Ueber die Farbenbeständigkeit der Außendinge und die sogenannte Berücksichtigung der Beleuchtung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
an der Hohen Philosophischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelm-Universität
zu Breslau
vorgelegt von

Franz Fink

Promotion: 16. April 1930.

Breslau 1930

Spezialdruckerei für Dissertationen Dr. Hermann Eschenhagen KG., Ohlau i. Schl.

Gedruckt mit Genehmigung
der Hohen Philosophischen Fakultät
der Universität Breslau
Referent: Dr. Moritz Löwi
Correferent: Prof. Dr. Richard Hönigswald
Examen rigorosum: 17. Juli 1929

Vorbemerkung.

Die vorliegende Arbeit war bereits beendet, als der XII. Band (Photorezeptoren, 1. Hälfte) des Handbuches für normale und pathologische Physiologie mit dem von A. Gelb verfaßten Abschnitt über Farbenbeständigkeit erschien. Darum konnte die Auseinandersetzung mit der bisherigen Behandlung des Problems nicht von Gelbs umfassender Darstellung ausgehen. Doch bin ich auf die von Gelb vertretene Auffassung, wo es nötig schien, teils im Text, teils in Anmerkungen eingegangen, welche darum bisweilen zu einem über das gewöhnliche Maß reichenden Umfang angewachsen sind.

Autorenregister.

Bühler, K., S. 8, 30, 37 f., 40, 44, 50 f.
Fröhlich, F. W., S. 19, 41.
Gelb, A., S. 5, 8, 35, 38, 40, 43 ff.
Helmholtz, H. v., S. 1, 10, 38 ff., 44.
Hering, E., S. 1, 18 f., 37, 39 f., 41, 45.
Jaensch, R., S. 2, 7, 19, 42, 45, 46.
Katz, D., S. 2 ff., 4, 6 ff., 19 ff., 29, 31, 35 f., 38 f., 41 f., 43 f., 50, 51.
Kries, J. v., S. 1, 21, 39, 40, 41.
Langfeld, S., S. 20.
Müller, E. A., S. 2.
Müller, G. E., S. 2, 15, 39, 41.
Nagel, W., S. 40.
Schanz, F., S. 41.
Stumpf, C., S. 41.
Tschermak, H., S. 40.
Weigert, E., S. 41.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorbemerkung	
Autorenregister	
I. Die Problemstellung	1
Helmholtz und Hering	1
Katz, Jaensch, G. E. Müller	2
Zentrale Faktoren; Psychisches und Physisches	3
II. Die physiologischen Grundlagen der Farbenbeständigkeit in bunter Beleuchtung	5
Katz' Zweizimmerversuch	6
Kontrastwirkung des buntbeleuchtetenZimmers oder des weißen Schirmes?	7
Funktion der verschieden beleuchteten Umgebung; Versuche . . .	8
Beziehungen zum Kontrasteinfluß einer verschieden pigmentierten Umgebung	15
Kontrast- anstatt Transformationsvorgänge als Erklärung der Farbenbeständigkeit in bunter Beleuchtung	18
III. Die physiologischen Grundlagen der Farbenbeständigkeit bei Änderung der Beleuchtungsstärke	19
Helligkeitskonstanz nur für tonfreie, nicht für bunte Farben . . .	20
Helligkeitskonstanz: ein anderer Ausdruck für das Purkinjesche Phänomen	21
Versuch	22
Verhältnis des Dämmerungssehens zu den Beschattungsversuchen . .	23
zu den Episkotisterversuchen	24
zu Lichtperspektiveversuchen	28
Verdunklung durch Schwarzbeimischung: ohne Dämmerungssehen .	33
IV. Psychologische Analyse der Versuche zur Farbenbeständigkeit	34
Psychologische Analyse und physiologischer Tatbestand	34
Helligkeitsvergleich zwischen Schwarz und Weiß	36
zwischen Licht und Schatten	37
Bisherige Behandlung des Problems der Helligkeitskonstanz . . .	37
Vergleich von beschattetem Weiß und belichtetem Schwarz . .	41
Lichtperspektive und Reduktionsschirm	43
Beschattung und Episkotisterverdunklung	43
Eigentliche Farbe beim Kontrast	47
bei Versuchen in bunter Beleuchtung	48
bei Versuchen im Wechsel der Beleuchtungsstärke	49
Eigentliche Farbe, normale Beleuchtung und normales Sehen . . .	50
Sonderung von Beleuchtung und Beleuchtetem als Bedingung der Farbenbeständigkeit?	50
Zusammenfassung und Schluß	51

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548224_0110

I. Die Problemstellung.

Ein Stück Kreide im Schatten wird als weiß, eine berußte Platte, die dem Sonnenlicht ausgesetzt ist, wird als schwarz erkannt, obwohl die objektive Intensität des Lichts, das die beschattete Kreide reflektiert, viel geringer ist als die Lichtintensität der hell belichteten Rußplatte. Diese Tatsache ist ein einfaches Beispiel aus dem Komplex der Erscheinungen, den Hering als die Farbenbeständigkeit der Außendinge bezeichnet hat. Hering[1] erklärt die Farbenbeständigkeit mit dem Hinweis auf drei physiologische Einrichtungen des Auges: das Pupillenspiel, die Adaptation und die Wechselwirkung der somatischen Sehfeldstellen. Er befindet sich damit im Widerspruch gegen Helmholtz. Nach Helmholtz[2] legen wir einen verschiedenen Maßstab an die Lichtempfindungen, je nach der Art und Stärke der wirklichen oder vermeintlichen Gesamtbeleuchtung.[3] Die beschattete Kreide wird danach mit Bezug auf die geringe Intensität der Gesamtbeleuchtung als hell (weiß), die belichtete Rußplatte relativ zur lichtstarken Gesamtbeleuchtung als dunkel (schwarz) aufgefaßt.

Diese Erklärungsart wird von Hering als psychologische abgelehnt; obendrein erkenne man Art und Stärke der Gesamtbeleuchtung erst wieder an der Farbe und Helligkeit der beleuchteten Gegenstände, der Maßstab könne also nur wieder aus den Faktoren gewonnen werden, die erst mit Hilfe dieses „Maßstabs" beurteilt werden sollen.

Zu demselben Tatsachengebiet gehören auch die Farbphänomene in bunt beleuchteten Räumen. Ein tonfreies, rot, blau, grün etc. beleuchtetes Papier erscheint gesättigt rot bezw. blau oder grün wenn es durch ein Türloch von einem normal beleuchteten Zimmer aus betrachtet wird. Sobald sich der Beobachter jedoch selbst in dem bunt beleuchteten Zimmer befindet, büßt das bunt beleuchtete Papier beträchtlich an Sättigung ein; es wird als tonfreie Farbe je nach der

1) E. Hering, Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn, Leipzig 1905, S. 29 f. (Graefe-Saemisch, Hdb. d. Augenheilkunde 1. XII.)

2) H. v. Helmholtz, Hdb. d. Physiolog. Optik. § 29 (3. Aufl. ed. Gullstrand, Nagel, Kries, Bd. II, S. 224 ff; 2. Aufl. S. 388 ff.)

3) Diese kurze Darstellung der Helmholtzschen Auffassung gibt Hering a.a.O.

Beleuchtung mit rötlichem, bläulichem, grünlichem Schimmer bezeichnet. —

Eine andere Deutung als bei Hering erhalten diese Tatsachen von Katz.[4] Nicht die Einrichtungen der Netzhaut, sondern „zentrale Faktoren" zieht Katz zur Erklärung der Farbenkonstanz heran, während er für den Kontrast die Heringsche Auffassung gelten läßt.

Auch Jaensch[5] unterscheidet die Kontrastphänomene von den Erscheinungen im Wechsel der Beleuchtung, was darin zum Ausdruck kommt, daß er diese zum Unterschied vom Kontrast als „Transformationserscheinungen" bezeichnet. Er bemüht sich freilich, einen engen Zusammenhang zwischen Kontrast und Transformation herzustellen, indem er nachzuweisen sucht, daß alle Kontrastgesetze auch für die Transformation gelten, sobald man dem beleuchteten Raum, in welchem sich das farbige Feld befindet, die gleiche Funktion zuschreibt wie im Falle des Kontrasts dem Umfeld. Was ihn davon abhält, Kontrast und Transformation als e i n e Erscheinung aufzufassen, ist vor allem der Umstand, daß die Kontrastinduktion eines Umfeldes niemals auch nur annähernd in dem Maße wirksam sei wie die Beeinflussung durch farbige Beleuchtung bezw. durch Schatten. Diese Ueberlegenheit der Transformation veranlaßt ihn auch, den Kontrast aus der Transformation, das heißt aber durch „zentrale Faktoren" zu erklären.

G. E. Müller[6] konnte nachweisen, daß die von Jaensch behauptete Parallelität zwischen Kontrast und Transformation nicht im ganzen Umfange besteht. Müller kehrt damit im Wesentlichen zu der Auffassung Katz' zurück, daß Kontrast und Transformation in verschiedener Weise zu erklären seien; dabei behält er die Möglichkeit im Auge, daß die „Gedächtnisfarben" für die theoretische Deutung der Phänomene in Frage kommen. Doch erscheint ihm gegen eine solche Deutung vorläufig Zurückhaltung geboten.

4) D. Katz: Die Erscheinungsweisen der Farben. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane, Erg. Bd. 7, 1911.

5) E. R. Jaensch: Ueber Grundfragen der Farbenpsychologie. Ztschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane, I 83 (S. 257) 1920. E. R. Jaensch und E. A. Müller: Ueber die Wahrnehmung farbloser Helligkeiten und den Helligkeitskontrast, ebda. (S. 266). E. R. Jaensch: Ueber den Farbenkontrast und die sogenannte Berücksichtigung der farbigen Beleuchtung. Ztschr. f. Psychol. u. Physiol. II 52 (S. 265) 1921.

6) G. E. Müller: Ueber Jaenschs Zurückführung des Simultankontrasts auf farbige Transformation. Ztschr. f. Psych. I 93 (S. 1) 1923.

Mit Recht, denn insbesondere ist die Rolle, welche den sogenannten zentralen Faktoren bei der Erklärung der Phänomene zufällt, nicht eindeutig. Der Name „zentrale Faktoren" legt zwar die Vorstellung nahe, als handele es sich um die Reaktionsweise gewisser Erfolgsorgane im zentralen Teil des optischen Sektors, die auf bestimmte Reizkombinationen in bestimmter Weise antworten. Aber der Terminus „individuelle Erfahrung", die Labilität, welche für die von „zentralen Faktoren" beeinflußten Eindrücke kennzeichnend ist,[7] lassen keinen Zweifel darüber bestehen, daß Katz unter „zentralen Faktoren" im wesentlichen psychische Momente versteht im Gegensatz zu den „peripheren", das heißt für ihn: physiologischen Faktoren. Für diese psychischen Momente wählt nun Katz die vorsichtige Bezeichnung „zentrale Faktoren", um dem Einwand von vornherein zu begegnen, daß er die Empfindung, also ein psychisches Moment, in den Prozeß des physiologischen Geschehens eingliedere.

Dieser Einwand aber muß erhoben werden. Denn Katz meint immer die Berücksichtigung der allgemeinen Beleuchtungsverhältnisse, wenn er von „zentralen Faktoren" spricht. Diese Berücksichtigung seitens der Versuchsperson soll dazu dienen, gewisse Erscheinungen zu erklären, die durch den Hinweis auf die periphere Leistung des Organs allein nicht zu verstehen seien. Für die Erklärung anderer Phänomene wiederum — z. B. des Kontrasts oder der Mischung — kommt man nach Katz mit dem Hinweis auf die Netzhautverhältnisse allein aus. M. a. W.: Katz nimmt nur in manchen Fällen Einwirkung psychischer Momente auf die peripher eingeleiteten Erregungen an.

Nun hat gerade dieser Forscher an vielen Orten mit großem Nachdruck auf die Wichtigkeit der subjektiven Faktoren hingewiesen. Man verkennt aber die besondere Natur des Psychischen, wenn man annimmt, daß eine peripher eingeleitete Erregung bis zu einem bestimmten, näher dem Zentrum gelegenen Punkt geleitet würde, an dem sie unter der Einwirkung des Psychischen eine bestimmte Umformung — Transformation — erlitte. Eine solche „Einwirkung" würde sich etwa von einer Netzhautfunktion durch nichts als durch ihre zentrale Lage unterscheiden. Nach dieser Auffassung gibt es ja auch viele Empfindungen, die ohne

7) Katz, a.a.O., S. 403.

„Einwirkung" des Psychischen zustandekommen.[8] Damit ist aber die Bedeutung des Erlebnisfaktors für die Erklärung der Empfindungen auf einen relativ geringen Bezirk von Erscheinungen beschränkt.

Ohne an dieser Stelle auf eine ausführliche Erörterung des psychophysischen Problems einzugehen, darf man doch soviel mit Sicherheit sagen: In jeder Sinnesempfindung spielt das Erlebnis eine Rolle. Das Subjekt bezieht sich im Sehakt auf den Reiz und damit zugleich auf die Reaktionsweise des Organs, da das Organ in bestimmter Weise auf den Reiz reagiert. Schon Hering hat darauf hingewiesen, daß die Gesichtsempfindung von Empfindungen aus anderen Sinnesgebieten durch die Art unterschieden ist, wie das Subjekt sich auf die Außendinge bezieht. Während wir z. B. Tastreize am eigenen Leibe spüren, erscheinen uns Farben als außerhalb von uns gegeben.[9] Auch wenn ich unter normalen Verhältnissen eine Farbe sehe, bin ich im Akte des Sehens auf den Reiz als auf ein Außending gerichtet und zwar immer in verschiedener Weise, je nach der Natur des Reizes und seiner Wirksamkeit auf das Organ; auch hier schon sind die psychischen Faktoren bedeutsam. — Auf der anderen Seite muß man, wie es ebenfalls Hering schon getan hat, unter einem Sinnesorgan nicht nur den peripheren Endapparat, sondern auch die dazugehörigen nervösen Erregungsbahnen und zentralen Erfolgsorgane verstehen. Also nicht nur die Vorgänge auf der Netzhaut, sondern auch die Erregungen, die zum optischen Zentrum geleitet werden, und auch die, welche in umgekehrter Richtung verlaufen, mit einem Wort: auch die zentralen Faktoren gehören zur Physiologie des Gesichtsorgans.

Um es noch einmal zusammenzufassen: der physiologische Prozeß hört nicht an irgend einer Stelle der Erregungsbahn auf, wo er sich in psychische Vorgänge um-

8) Katz, a.a.O., S. 33. — Diese Auffassung wird dadurch nicht modifiziert, daß Katz wiederholt hervorhebt, daß die Beleuchtung niemals ganz eliminiert werden könne, solange „Oberflächenfarben" gesehen werden, daß m. a. W. psychische Faktoren stets von Bedeutung sind. (Katz, a.a.O., S. 98; Sammelreferat über Arbeiten aus dem Gebiet der Farbenwahrnehmungen. Psychol. Forsch. Bd. 11 (S. 148 f.) 1928). — Denn der Begriff der Urerscheinungsweise, (Katz, Erscheinungsweisen, S. 306) postuliert mit aller Bestimmtheit die Möglichkeit von Farbeneindrücken, die ohne Mitwirkung psychischer Faktoren zustande kommen und erklärt werden können, wobei übrigens Katz von Erfahrungsmotiven und Funktionen (zentral-) nervöser Organe im Sinne einer eindeutigen Zuordnung spricht.

9) Hering, a.a.O., S. 4.

setzte, sondern er erstreckt sich von der äußeren Peripherie bis zum Zentrum auf alle Funktionen des Sinnesorgans. Und das Empfindungserlebnis wird nicht erst an einer Stelle im Nervenzentrum „ausgelöst", sondern es muß immer in Ansatz gebracht werden, wenn überhaupt das Subjekt je nach der Reaktionsweise des Sinnesorgans im (Seh-)Akt eine Beziehung auf den (Licht-)Reiz herstellt. Das Empfindungserlebnis steht immer mit der Erregung in Zusammenhang, aber nie in Abhängigkeit von ihr. Psychologische und physiologische Betrachtung gehören zueinander, aber sie sind gegeneinander abzugrenzen. Daraus ergibt sich: Solange auf dem Gebiet der Sinnesempfindungen eine Erscheinung n u r mit dem Hinweis auf psychische Faktoren erklärt wird, ist sie — physiologisch — noch nicht erklärt. Andererseits muß man die psychischen Faktoren, die Erlebnisakte, in denen sich das Subjekt auf den Reiz und die Reizungsprozesse bezieht, auch schon bei der Analyse der elementarsten Empfindungen berücksichtigen.

Für die Farbenbeständigkeit der Sehdinge ergeben sich also folgende Fragen: In welcher Weise bezieht sich das Subjekt im Sehakt auf die Außendinge, wenn die Gegenstände unter Beleuchtungen stehen, die nach Art und Stärke verschieden sind?[10] Und: welches sind die betreffenden physiologischen Verhältnisse? Die Beantwortung der ersten Frage, wie sie Katz gegeben hat, enthebt uns nicht der Notwendigkeit, die zweite zu stellen. Ja, die Kenntnis der in Frage kommenden physiologischen Verhältnisse ist geradezu die Vorbedingung, um zu verstehen, in welcher Weise sich das Subjekt in den Akten des Sehens auf die Reize im Wechsel der Beleuchtung bezieht.

I. Die physiologischen Grundlagen der Farbenbeständigkeit in bunter Beleuchtung.

Es ist zweckmäßig, erst die Erscheinungen bei bunter Beleuchtung zu untersuchen; denn Beschattung, bezw. Ver-

10) Aehnlich kritisiert Gelb (Hdb. d. norm. u. pathol. Physiol., hrsg. v. Bethe, Bergmann, Embden, Ellinger, XII, 1. Hälfte; Photorezeptoren I 1929 S. 671 ff.) den Terminus Transformation und die Katzsche Trennung zwischen peripheren und zentralen Faktoren. Dennoch weicht die Gelbsche Auffassung von der hier entwickelten insofern ab, als Gelb nicht nach den Beziehungen fragt, die das Subjekt selbst zwischen dem Reiz und den Reizungsvorgängen herstellt. Darum ist auch die von ihm gegebene Lösung des Problems der Farbenbeständigkeit nicht eindeutig. (s. u.)

dunklung sind in psychologischer und physiologischer Hinsicht viel schwerer zu deuten als der farbige Wechsel der Beleuchtung.

Katz[11] gibt von den betreffenden Erscheinungen etwa folgende Darstellung: Der Beobachter befindet sich in einem normal beleuchteten Zimmer. In der Verbindungstür zwischen diesem und einem buntbeleuchteten befindet sich eine Öffnung, durch welche man eine große weiße Scheibe (A) von dem normal beleuchteten Zimmer aus betrachten kann. In diesem befindet sich neben der Öffnung eine Vergleichsscheibe (B) — ein Farbkreisel —. Der Beobachter steht zunächst so hinter einem gelochten (Reduktions-) Schirm, daß für ihn das Loch des Schirmes zur Hälfte mit A, zur anderen Hälfte mit B ausgefüllt ist. Der in dieser Einstellung gewonnene Wert von B gibt, so sagt Katz, zu erkennen, „— welchen Eindruck die Hauptscheibe A machen würde, wenn sie in einem qualitativ und intensiv normal beleuchteten Raum dieselbe Strahlung ins Auge senden würde wie unter den jetzt vorhandenen Umständen". (Einstellung I.) Nun bringt der Beobachter seinen Kopf an die Oeffnung in der Tür, so daß er den ganzen farbig beleuchteten Raum überblickt. Dann erleidet A eine beträchtliche Sättigungseinbuße, und wenn man — in sukzessivem Vergleich — B wieder möglichst gleich der Scheibe A machen will, so muß man auf Kosten der bunten Komponente einen Weißsektor von beträchlicher Größe auf dem Kreisel verwenden. (Einstellung II.)

Diese beträchtliche Sättigungseinbuße läßt sich nach Katz nicht auf eine durch die Beobachtungsdauer bedingte chromatische Umstimmung zurückführen, denn die Betrachtung dauert nur 1 bis 2 Sekunden. „Aber auch der Umstand, daß bei der zweiten Einstellung ein viel größerer Teil des Gesichtsfeldes von buntfarbigem Licht getroffen wird, als bei Einstellung I, kann nicht infolge der Wechselwirkung der Sehfeldelemente für A eine Sättigungseinbuße von der Größenordnung bewirken, wie sie hier zu beobachten ist. Man spanne einen großen Bogen buntfarbigen Papiers hoher Sättigung an einer Wand auf. Wenn man sich diesem Papier schnell annähert, so daß es unter einem vielmals größeren

11) Katz, Erscheinungsweisen (S. 270 ff.) s. a. Abb.

Gesichtswinkel erscheint, so tritt keine Sättigungseinbuße der bunten Farbe ein, die einen solchen Grad besitzt, daß man sie ohne weitere Hilfsmittel konstatieren könnte."[12]

Auch Jaensch[13] schließt sich dieser Auffassung an. Wie die folgende Ueberlegung zeigt, ist diese Auffassung jedoch nicht die einzig mögliche. Nach Katz gibt die erste Einstellung der Scheibe B die eigentliche, normale Farbe der Scheibe A an. Nun bedarf zwar der Begriff der „eigentlichen Farbe" noch einer genauen Klärung; eine Farbe ist immer neben anderen gegeben und somit stets der Kontrastwirkung ihrer Umgebung ausgesetzt. Dennoch kann man hier vorläufig diejenige Farbe als „eigentliche" bezeichnen, die unter Bedingungen gesehen wird, welche für das Auftreten des Kontrasts am wenigsten günstig sind.

Nun wird aber in der ersten Einstellung des Katzschen Versuchs die Scheibe A als ein kleines Feld inmitten einer ganz anders gefärbten Umgebung — des grauen Reduktionsschirms — gesehen, und ihre Oberflächenstruktur ist nicht erkennbar. In der zweiten Einstellung dagegen ist es nicht völlig ausgeschlossen, die Körnung der Scheibe A zu erkennen. Sie wird unter bedeutend größerem Gesichtswinkel und in einer Umgebung gesehen, deren Tönung ihr viel ähnlicher ist als die graue Farbe des vom Tageslicht getroffenen Reduktionsschirms. Diese bei der zweiten Einstellung verwirklichten Bedingungen sind jedenfalls für einen Einfluß auf die Scheibe A im Sinne des Kontrasts viel ungünstiger als die Bedingungen, unter denen sie in der ersten Einstellung vom Beobachter gesehen wird. Demnach müßte man n i c h t von einer Sättigungs e i n b u ß e in Einstellung II, sondern von einer durch Kontrast hervorgerufenen Sättigungs s t e i g e r u n g in Einstellung I gegenüber der „eigentlichen" Farbe reden, welche bei der zweiten Einstellung gesehen wird. Wenn es sich aber um eine Sättigungssteigerung in Einstellung I und nicht um eine Sättigungseinbuße in II handelt, so ist mit einer solchen Auffassung, welche der bisher üblichen entgegengesetzt ist, eine ganz neue Möglichkeit für die Deutung der Farbenbeständigkeit in bunter Beleuchtung gegeben. Katz hat die Unmöglichkeit, die Farbenbeständigkeit durch einen Hinweis auf den Kontrast zu erklären, nur für den Fall nach-

12) Katz, a.a.O., (S. 271 f.)
13) ZfPsy. II, 52, (S. 166). Desgl. Bühler und alle Forscher bis Gelb (a.a.O.)

gewiesen, daß man von einer Sättigungs e i n b u ß e in II spricht. Es ist aber aus den angeführten Gründen fraglich, ob man dazu ein Recht hat; und es muß von neuem geprüft werden, ob auch jene Sättigungsteigerung — im Vergleich mit den entsprechenden Kontrasterscheinungen in normaler Beleuchtung — soviel stärker ist, daß ein Zusammenhang zwischen Kontrast und Transformation ausgeschlossen bleibt. Die hier vertretene Auffassung, nach der man also von einer Sättigungssteigerung in I reden muß, ist nicht mit der Umkehr des Zweizimmerversuchs und dem „paradoxen Versuch"[14] zu verwechseln, auf die Gelb neuerdings eine eingehende Kritik der theoretischen Ausführungen von Katz gründet. Denn Gelb richtet sich in seiner Kritik nicht gegen die Auffassung, daß die Farbenbeständigkeit in bunter Beleuchtung eine besondere Erscheinung gegenüber dem Kontrast darstellt.[15] Im Folgenden soll nun der Zusammenhang zwischen Farbenbeständigkeit und Kontrast unter dem neuen Gesichtspunkt, nach dem man nur in Einstellung I eine Kontrastwirkung (Sättigungseinbuße) zu erwarten hat, experimentell untersucht werden.

Zur Untersuchung dieser Frage mußte die Versuchsordnung Katz' etwas modifiziert werden.

VA. I. Im Versuchszimmer befindet sich eine weiße und eine bunte Lichtquelle. Als bunte Beleuchtungsquelle diente eine Bogenlampe (L_1), die sich in einem Gehäuse befand, das nur nach einer Seite hin Licht durchläßt; dieses Licht wird durch Gelatineplatten rot, bzw. grün oder blau gefärbt. Ein graues Papierquadrat (F) (Seiten-

14) Gelb, a.a.O., S. 628 ff. und S. 652 ff.

15) Gelb macht diese von Bühler eingeführte Versuchsumkehr — der Beobachter befindet sich im buntbeleuchteten Raum — zur Grundlage seiner Kritik an dem Katzschen Terminus der eigentlichen Farbe und normalen Beleuchtung. Weil bei dieser „Umkehrung" die weiße Scheibe bei Betrachtung durch den Lochschirm bunt aussieht sonst aber weiß, müßte man von einer „zentralen Aufweißung", d. h. von einer Beteiligung psychischer Faktoren bei direktem Sehen reden; dies aber widerspreche der Katzschen Theorie. Der Widerspruch löse sich wenn man es aufgebe, von einer bestimmten Beleuchtung als von der „normalen" auszugehen. — Nun liegt einmal bei der Umkehr des Versuches keine Reduktion im Sinne von Katz vor, denn die Wand des buntbeleuchteten Beob.-Zimmers bezw. der Reduktionsschirm sind ja nicht normal beleuchtet, sondern bunt bezw. beschattet. Die normale Beleuchtung für den Beobachter gehört aber nach Katz zur Reduktion; so daß Gelb die Katzsche Position nicht erschüttern kann. Sodann aber zieht Gelb aus den beiden Experimenten nur die Konsequenz, daß es gleichgültig sei, welche Beleuchtung man als normale bezeichnet, dagegen hält er daran fest, daß der Hinweis auf Kontrast bezw. Adaptation die Farbenbeständigkeit n i c h t erklären könne (a.a.O. S. 671), obwohl die Resultate dieser Versuche eine solche Vermutung sehr nahelegen: die durch das Loch gesehene weiße Scheibe erscheint im Kontrastsinne farbig verändert.

größe = 4 cm) befindet sich in einer Entfernung von ca. 2,5 m von der bunten Lichtquelle, ebensoweit auch vom Beobachter entfernt. Eine Bogenlampe (L_2)[16] ist seitwärts so in einem Gehäuse aufgestellt, daß sie ihr weißes Licht auf die Wand (W) wirft, nicht aber F oder den Beobachter trifft. Nun wird vom Beobachter zunächst F gegen den von L_1 mitbeleuchteten Hintergrund

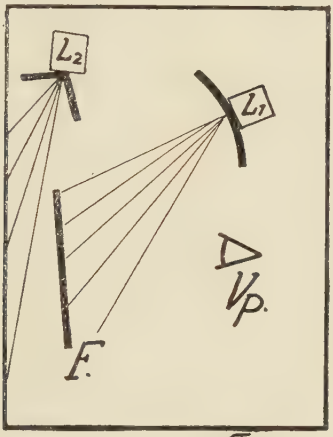


Fig. 1.

— Einstellung 1 —, sodann gegen den von L_2 weiß bestrahlten Hintergrund betrachtet, den in beiden Fällen W bildet — Einstellung 2 —.[17]

Durch den Versuch sollte zunächst gezeigt werden, daß ein graues, bunt beleuchtetes Papier auch dann, wenn sich der Beobachter im bunt beleuchteten Raum befindet und die Beleuchtungsverhältnisse überblickt, eine Sättigungssteigerung von annähernd der gleichen Stärke er-

16) Das Bogenlampenlicht war, wenn auch nicht vollkommen, so doch im Vergleich mit allen anderen verwendeten Beleuchtungsarten als weiß zu bezeichnen. Versuche mit Tageslicht komplizierten die Anordnung des Versuchs, ohne seine Resultate wesentlich zu beeinflussen.

17) Die hier gewonnenen Resultate wurden nicht beeinflußt, wenn viele Gegenstände, welche bei Einst. 2 nicht vom weißen Licht getroffen werden konnten, — z. B. Motor, Stativ, Werkzeugkasten, andere Farbtafeln etc. — auf dem Hintergrund sichtbar waren. — Es herrschte keine Dunkeladaptation. (s. Katz, Sammelreferat über Arbeiten aus dem Gebiet der Farbenwahrnehmung, Psychol. Forsch. 11, S. 138, 1928.)

fahren kann, wie bei der Einstellung I des Katzschen Versuchs. Dieser entspricht VA. II.

VA. II. Die Verhältnisse sind wie im Katzschen Versuch: Vp. befindet sich in einem normal beleuchteten Zimmer (2) und sieht vor sich eine weiß beleuchtete Wand (W) mit einer Öffnung (Seitengröße = 20 mm), ohne vom Lichte der Bogenlampe (L_2) getroffen zu werden. Das im Zimmer 1 befindliche von L_1 bunt beleuchtete graue Täfelchen (F) ist so aufgestellt, daß die Öffnung dem Beobachter mit der Farbe der Lichtquelle L_1 ausgefüllt erscheint. F ist in diesem Falle etwas größer. Der Kreisel, der bei Katz zum Vergleich diente, fehlt. Darum erübrigt sich hier auch der Reduktionsschirm, dessen Wirksamkeit hier durch die Wand (W) ersetzt ist. L_2 befindet sich im Zimmer 2.

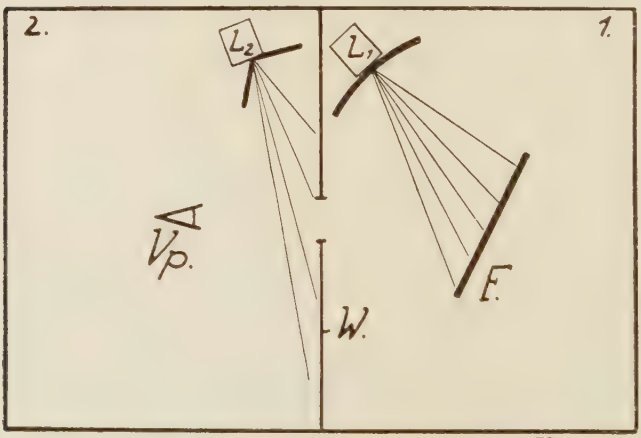


Fig 2.

In Tabelle I sind die Ergebnisse dieser Versuche ausgedrückt.

18) Die Angabe „mit bläul. bezw. grünl. Schimmer" fügte Vp. nur auf Befragen hinzu. s. A. Helmholtz, a.a.O., 3. Aufl. S. 233; 1. Aufl., S. 396 f.

Tabelle I.

Obj. Farbe d.		Eindruck, den F machte bei		
Beleuchtung	Papiers (F)	VA. I Einstellung 1	2	II 3
blau	grau	grau m. bläul. Schimmer	blau	blau
rot	grau	grau m. rötl. Schimmer	rot	rot
grün	grau	grau m. grünl. Schimmer	grün	grün

Um nun den Grad der Veränderung, den das graue Papier durch die Beleuchtung in den Einstellungen 1 und 2 erleidet, bestimmen und miteinander wie auch mit anderen Werten vergleichen zu können, die bei normaler Beleuchtung gewonnen sind, wäre es am besten, wenn man bei VA. II im Zimmer 1 eine normal beleuchtete Vergleichsscheibe so aufstellen würde, daß sie von der Vp. durch das Loch in der Wand gesehen und mit dem gleichzeitig gegebenen F verglichen werden kann. Diesem Verfahren jedoch stellen sich entscheidende Hindernisse entgegen. Jede in der Öffnung sichtbare Farbfläche erschien unter dem Einfluß ihrer Umgebung, die ja von beträchtlicher Ausdehnung war, so modifiziert, daß (1.) die objektive Färbung dieser im zweiten Zimmer aufgestellten Vergleichsscheibe in weiten Grenzen geändert werden konnte, ehe ein Unterschied im Eindruck bemerkt wurde; und (2.), daß beim Wechsel der Umgebungsfarbe (auf W) die objektiv gleichgemachte Farbqualität dieser Vergleichsscheibe in beiden Einstellungen verschieden aussah. So war es nicht möglich, auf diese Weise zu brauchbaren Vergleichswerten zu kommen. Die von Katz gewählte Methode des sukzessiven Vergleichs ergibt ebenfalls sehr schwankende und unsichere Werte, zumal auch bei ihr die oben erwähnte Fehlerquelle nicht vermieden werden kann, welche hier aus der vom Reduktionsschirm ausgehenden Kontrastwirkung entspringt. Es mußte also ein anderer Weg gewählt werden, um die Verschiedenheit der Eindrücke im Wechsel der Beleuchtung, wenn nicht meßbar so doch

19) Es war für die Ergebnisse ohne Einfluß, ob die Beobachtungsdauer für jede Einstellung 2 sec. oder 10 sec. betrug, auch dann, wenn die Beleuchtung nahezu monochromatisch war.

auf eindeutige Weise zu bestimmen. Der Verzicht auf eine quantitative Bestimmung des Einflusses, den die Beleuchtung eines Raumes auf den Eindruck ausübt, ist dabei nicht in einer Unvollkommenheit der Versuchsanordnung, sondern in der Natur des zu untersuchenden Gegenstandes begründet: Wenn es darauf ankommt, die Wirksamkeit einer Beleuchtung zu bestimmen, die nahezu den ganzen Beobachtungsraum ausfüllt, so ist es eine in sich widerspruchsvolle Forderung, eine Vergleichsfarbe darzubieten, welche dieser Einwirkung nicht ausgesetzt wäre.

Die folgende Untersuchung ging von dem Gedanken aus, daß ein bunt getöntes Papier in farbiger Beleuchtung dem Auge hinsichtlich seiner Färbung etwa wie ein Gemisch aus der Beleuchtungsfarbe und der Farbe des Papiers erscheint; doch so, daß im Eindruck die Beleuchtungskomponente überwiegt, wenn sich der Beobachter im normal beleuchteten Raum befindet — also im Katzschen Versuch bei Einstellung I — während bei Einstellung II, d. h. wenn Vp. die Beleuchtungsverhältnisse im bunten Raum überblickt, die „eigentliche" Farbe des Papiers deutlicher hervortritt. Es erhebt sich nun die Frage, ob der Unterschied des Eindrucks, den das getönte und obendrein bunt beleuchtete Papier macht, (1.) wenn es auf bunt, (2.) wenn es auf weiß beleuch-

Tabelle II.

Obj. Farbe d.		Eindruck, den F machte bei		
Beleuchtung	des Papiers	VA. I		II
		Einst. 1	2	3
blau	gelb	gelb	grün	grün
	grün	grün	grünl. blau	blaugrün
rot	gelb	gelbweiß	saftig rot	rot
grün	rot	schwärzl. rot	schwarz	schwarz
	gelb	gelb	grün	grün
	blau	blau	bläul. grün	bläul. grün

tetem Hintergrund erscheint, von derselben Art ist wie die Verschiedenheit des Eindrucks in den Einstellungen I und II des Katzschen Versuchs.

Die in Tabelle II ausgedrückten Versuchsergebnisse sind einer größeren Anzahl von Versuchen entnommen, die die gleichen Resultate ergaben. Faßt man die Versuchsergebnisse zusammen, die in den Tabellen I und II fixiert sind, so läßt sich sagen: Ein bunt beleuchtetes (tonfreies oder getöntes) Papier erscheint wie ein Farbgemisch aus der Farbe der Beleuchtung und der Deckfarbe des Papiers; und zwar ist der Eindruck, den das Papier erweckt, der („eigentlichen") Deckfarbe sehr ähnlich, wenn der Beobachter sich selbst im buntbeleuchteten Raum befindet und im übrigen die Katzsche Versuchsordnung (Einstellung II) besteht (1). Wenn dagegen die Versuchsperson das gleiche Papier von einem weißbeleuchteten Zimmer aus betrachtet (Katz I), kommt der Farbeindruck der Beleuchtunsfarbe sehr nahe (3). Dieser Eindruck entsteht auch dann, wenn Vp. sich zwar im buntbeleuchteten Raum befindet, das buntbeleuchtete Papier jedoch vor einem weißen Hintergrund erscheint (2).

Daraus geht hervor, daß die „eigentliche" Farbe eines Papiers nicht wiedererkannt wird, obgleich sie als „Oberflächenfarbe", nicht als „Flächenfarbe", gegeben ist, obgleich ein großer, nicht ein kleiner Teil des Gesichtsfeldes zur Beobachtung kommt, Hell-, nicht Dunkeladaptation besteht, gleichgültig ob das Gesichtsfeld eine große Mannigfaltigkeit in seiner Gliederung aufweist oder nicht, — das heißt obgleich alle von Katz angegebenen Bedingungen erfüllt sind, welche dem Wiedererkennen der „eigentlichen Farbe" günstig seien,[20] wenn nur das Papier vor einem weißen Hintergrund erscheint.

Diese Darstellung — über die Tatsächlichkeit der Erscheinung kann ja kein Zweifel bestehen — ist dem Einwand ausgesetzt, daß alle von Katz angeführten Bedingungen erfüllt seien außer der als selbstverständlich vorausgesetzten: daß das ganze Gesichtsfeld bunt beleuchtet sein müsse.

Nun stehen aber auch bei der Anordnung der Katzschen

20) s. Katz, Sammelreferat (Psych. Forschung 11, S. 138).

Versuche über Lichtperspektive[21] und Beschattung,[22] bei denen es ebenfalls auf das Erkennen der „eigentlichen" Farbe und zwar des Weiß ankommt, die verschiedenen Teile des Gesichtsfeldes unter verschiedener Beleuchtung. Ferner werden bei unserer VA. I Aussagen gemäß der Katzschen Einstellung II, in denen also das Erkennen der „eigentlichen" Farbe zum Ausdruck kommt, stets auch dann abgegeben, wenn ein großer Teil des Gesichtsfeldes, selbst der Wand (W) weiß beleuchtet ist, wofern nur der direkte Hintergrund des Papierquadrates (F) nicht weiß erscheint.[23] Da endlich F selbst und viele andere Gegenstände unter bunter Beleuchtung stehen, so kann man dem oben gemachten Einwand die Frage entgegenstellen, ob man jene stillschweigende Voraussetzung, daß das ganze Gesichtsfeld bunt beleuchtet sei, festhalten müsse; ob es dann für die größere oder geringere Farbtonveränderung, die „Oberflächenfarben" von bunter Beleuchtung erleiden, wirklich auf die „Berücksichtigung der Beleuchtungsverhältnisse" und die anderen von Katz genannten Bedingungen oder ob es nicht vielmehr darauf ankommt, in welcher Umgebung „Oberflächen-Farben" gesehen werden.

Mann kann dieser Frage noch eine andere Wendung geben. Nach der bisher üblichen Auffassung erwartete man, daß ein bunt beleuchtetes Farbfeld für den Beobachter, der den bunt beleuchteten Raum übersieht, in der Tönung erscheint, in der dasselbe Papier von einem normal beleuchteten Zimmer aus durch eine Öffnung gesehen wird. Es blieb dann zu erklären — und wurde auf verschiedene Weise erklärt — warum das Farbfeld einem im bunt beleuchteten Raum befindlichen Auge so viel weniger (im Ton der Beleuchtung) gesättigt und seiner eigentlichen Farbe so ähnlich erscheint. Nimmt man hingegen den geringen Einfluß der Beleuchtungsart auf die Tönung des Farbfeldes als natürlich an,[24] so bleibt vielmehr die Sättigungssteigerung des

21) Katz, Erscheinungsweisen, S. 106 (VA. II).
22) Katz, Erscheinungsweisen, S. 119 (VA. III).
23) In diesen Fällen war freilich die Erscheinung weniger deutlich.
24) Diese Annahme besteht zu Recht. Denn vor bunten Filtern oder Gelatineplatten werden relativ wenig Strahlenarten absorbiert, wenn die Lichtquelle die für Helladaptation erforderliche Lichtstärke besitzt. Gelangen jedoch ins Auge nur Strahlen eines kleinen Wellenlängenbereichs, so erscheinen alle sichtbaren Farben im Sinne dieser Beleuchtung verändert. Katz selbst deutet diese Tatsache an: „. . . . die Gelatine (zwischen dem Auge der Vp. und den Objekten) darf aber nicht von zu hoher Sättigung sein, weil darunter die Deutlichkeit der besprochenen Erscheinungen leidet." (Katz, Erscheinungsweisen, S. 276.)

bunt beleuchteten Papiers zu erklären, wenn es auf weißem Hintergrund oder von einem weiß beleuchteten Raum aus durch eine Öffnung (im Schirm oder in der Wand) gesehen wird. Da in diesen beiden Fällen die Umgebung des Farbfeldes weiß ist, so liegt die Vermutung nahe, daß die Verschiedenheit und Größe der Umgebung in beiden Fällen die gleiche Veränderung bewirkt. Und es erhebt sich die Frage, ob dieser Einfluß der Umgebung von der gleichen Art sei wie in den Fällen, in denen die Tönung des Feldes und seiner Umgebung nicht durch die Beleuchtung sondern durch Pigmentierung erzeugt ist, während die ganze Versuchsanordnung unter normaler Beleuchtung steht; d. h. mit anderen Worten, wenn der Versuch in der sonst bei Kontrastversuchen üblichen Weise angeordnet ist.

Der Prüfung dieser Frage dient am besten die bekannte Versuchsanordnung mit Maxwellschen Scheiben, die zum Beispiel G. E. Müller[25] in diesem Zusammenhange kurz beschrieben hat. Diese sogenannte Ringmethode zeigt den Ring als kontrastleidende, seine Umgebung als induzierende Farbe. Doch lassen sich die fraglichen Erscheinungen auch schon in deutlicher Weise an einem Farbkreisel demonstrieren, auf dem eine größere Scheibe (Dchm. = 20 cm) die Umgebungsfarbe darstellt (Umfeld), eine kleinere Dchm.=12 cm) die kontrastleistende (Infeld).

Der in der folgenden Tabelle fixierte Versuch ist wiederum einer Reihe gleichartiger entnommen.

Tabelle III.

Obj. Farbe des			Eindruck des
Infeldes gemischt aus	und	Umfeldes	Infeldes
Blau	+ 150° grau	blau	weiß
		weiß	blau
„	+ 210° gelb	blau	grün[26]
		weiß	blau
„	+ 180° grün	blau	gelb
		weiß	grün

25) G. E. Müller, a.a.O., S. 7.
26) Blau und Gelb sind hier nicht komklementär, ebensowenig wie bei den früheren Versuchen die blaue Beleuchtung und das gelbe Papier.

Obj. Farbe		Umfeldes	Eindruck des Infeldes
Infeldmischung			
Rot	+ 270° grau	rot	grau
		weiß	rötlich
„	+ 150° gelb	rot	gelb
		weiß	orange
Grün	+ 270° grau	grün	grau
		weiß	grün
„	+ 168° rot	grün	rötlich
		weiß	grau(grünlich)[27]
„	+ 120° gelb	grün	gelb
		weiß	grün
„	+ 85° blau	grau	blau
		weiß	blaugrün

Man vergleiche nun Tabelle III mit den Tebellen I und II. Zu diesem Vergleich sind einige erläuternde Bemerkungen nötig.

In Tabelle III entsprechen die Werte der 1. Columne den Angaben der 1. Columne in den Tabellen I und II, d. h. der blaue, rote, grüne Sektor bei den Kontrastversuchen entspricht der blauen, roten, grünen Beleuchtung. Ebenso entsprechen sich die Columnen 2 in den Tabellen I, II und III; d. h. man faßt in den zuerst geschildertenVersuchen die Farbe des Täfelchens F als ein Gemisch aus der „eigentlichen" Deckfarbe des Täfelchens und der Beleuchtungsfarbe auf. Endlich entspricht bei den Kontrastversuchen die Farbe des Umfeldes dem bunt bezw. weiß beleuchteten Hintergrund (W) des Täfelchens F.

Das Ergebnis dieser beiden Versuchsreihen läßt sich nun dahin zusammenfassen: Die Verschiedenheit des Eindrucks, den ein bunt beleuchtetes Farbfeld je nach der Beleuchtungsart des Hintergrundes (der Umgebung) erweckt, ist von der gleichen Art wie die Verschiedenheit des Eindrucks, den ein entsprechendes Pigmentgemisch je nach der Farbe seiner Umgebung

27) Grün und Rot sind hier komplementär, ebenso wie in den früheren Versuchen die grüne Beleuchtung und das rote Papier. Im übrigen besteht zwischen der Umgebungsfarbe bei den Kontrastversuchen und der entsprechenden Farbe der bunten Beleuchtung nur annähernde Ähnlichkeit.

erweckt. Die Erklärung für diese Uebereinstimmung bietet sich ohne weiteres, wenn man auch die Farbe des bunt beleuchteten Feldes als eine Mischung und zwar aus der Beleuchtungsfarbe und der Deckfarbe des beobachteten Feldes auffaßt. Durch die Versuche ist das Recht dieser Auffassung bestätigt worden.

Anm. Es darf nun nicht verschwiegen werden, daß bei den Kontrastversuchen die bunte Farbe des Umfeldes von etwas höherer Sättigung war als die Farbe des bunt beleuchteten Hintergrundes in den Beleuchtungsversuchen. Dieser Umstand kann jedoch nicht als ein stichhaltiges Argument gegen den eben ausgesprochenen Satz angeführt werden. Um diesen möglichen Einwand zu entkräften, wurden die Kontrastversuche in dem Sinne modifiziert, daß die Sättigung des Umfeldes dem Augenschein[28] nach von etwa gleicher Stärke sein mochte wie die des bunt beleuchteten Hintergrundes, indem der Farbe des Umfeldes ein grauer oder schwarzer Sektor beigemischt wurde. Die Ergebnisse zeigten keine wesentlichen Abweichungen.

Tabelle IV.

Infeldes aus	Obj. Farbe des gemischt und	Umfeldes	Eindruck des Infeldes
Blau	+ 170 Grau	90° Blau + 270° Grau	weiß
		weiß	blau
	+ 260° Grün	80° Blau + 280° Schwarz	grün
		weiß	grünblau
	+ 180° Gelb	260° Blau + 100° Grau	gelb
		weiß	grünlich
Rot	+ 270° Grau	90° Rot + 270° Grau	grau
		weiß	rötlich
	+ 125° Gelb	200° Rot + 160° Grau	gelb
		weiß	orange
Grün	+ 230° Grau	130° Grün + 230° Grau	grau
		weiß	rötlich
	+ 177° Rot	180° Grün + 180° Grau	grau (rötlich)
		weiß	grau (grünlich)
	+ 165° Gelb	185° Gelb + 175° Grau	gelb
		weiß	grünlich
	+ 130° Blau	180° Grün + 180° Grau	blau
		weiß	bläulich grün

28) Eine genaue Gleichung konnte aus den oben (S. 13) angeführten Gründen nicht hergestellt werden.

Obwohl nun in diesem letzten Falle die durch die Verschiedenheit der Umgebung bewirkte Verschiedenheit des Eindrucks nicht so groß war wie bei den früheren Versuchen, scheint es nicht nötig, die experimentellen Bedingungen denjenigen, die bei den Beleuchtungsversuchen herrschen, noch weiter anzugleichen, um die Uebereinstimmung der Erscheinungen nachzuweisen. Eine völlige Identität der Versuchsergebnisse kann weder behauptet noch auch erwartet werden. Denn die Versuchsbedingungen bleiben in jedem Fall verschieden. In den Beleuchtungsversuchen ist die Größe des Hintergrundes bezw. der Umgebung viel beträchtlicher, das ganze Gesichtsfeld erscheint ja in der Farbe der Beleuchtung, und auch die übrigen Bedingungen sind für das Zustandekommen eines Kontrasteffektes günstiger.

Ueber den hier untersuchten Kreis von Erscheinungen kann man demnach zusammenfassend sagen: Farbig beleuchtete Gegenstände werden in ihrer „eigentlichen" Farbe erkannt, wenn die Lichtquelle aus einem Bereich von Wellenlängen zusammengesetzt ist, der nicht allzuklein ist. Der Umstand, daß ein buntbeleuchtetes Papier vor einem weißen Hintergrund oder durch eine Öffnung von einem weiß beleuchteten Raum aus betrachtet in höherer Sättigung erscheint, erklärt sich als ein besonders ausgeprägtes, unter sehr günstigen Bedingungen stehendes Kontrastphänomen. Somit behält Hering mit seiner Behauptung recht, daß die sogenannte Farbenbeständigkeit mit dem Hinweis auf die gleichen physiologischen Faktoren zu erklären ist, wie sie auch bei den Kontrastphänomenen in Erscheinung treten.[29] Freilich darf man Hering nicht so verstehen, wie Katz, Jaensch und andere ihn gedeutet haben, als zeigte das bunt beleuchtete Farbfeld seine „eigentliche" Farbe, wenn es von einem weiß beleuchteten Zimmer aus durch eine Öffnung gesehen wird.[30] Vielmehr erblickt gerade

29) Ähnlich auch F. W. Fröhlich, Grundzüge einer Lehre vom Licht- und Farbensinn. (1921), S. 64; dort jedoch ohne nähere Begründung.

30) Auch Gelb hat neuerdings (a.a.O. S. 643 f.) betont, daß das Sehen der „eigentlichen" Farbe nicht an „normale" Beleuchtung geknüpft ist, ohne jedoch

der Beobachter, der sich selbst im bunt beleuchteten Raum befindet, die Dinge in ihrer eigentlichen Farbe.

Die Beziehungen zwischen Beleuchtung und Beleuchtetem und der Begriff der eigentlichen Farbe lassen sich jedoch erst exakt definieren, wenn auch die Erscheinungen untersucht sind, die dem Tatsachenkreis der sogenannten Helligkeitskonstanz angehören.

Diese Probleme — „eigentliche Farbe" und „Unterscheidung von Beleuchtung und Beleuchtetem" — fordern eine Analyse des subjektiven Verhaltens; nun spielt aber der Begriff der eigentlichen Farbe auch schon bei den Kontrastversuchen eine Rolle, die unter den üblichen Bedingungen angestellt sind. Daher läßt sich schon an dieser Stelle erkennen, daß diese psychischen Faktoren nicht erst zur Erklärung der Erscheinungen im Wechsel der Beleuchtung herangezogen werden dürfen, sondern schon bei der Untersuchung der ganz elementaren Empfindungsphänomene berücksichtigt werden müssen; und daß andererseits die Berufung auf jene subjektiven Faktoren die Frage nach den Verhältnissen im Organ nicht erübrigen konnte.

III. Die physiologischen Grundlagen der Farbenbeständigkeit bei Änderung der Beleuchtungsstärke.

Unter der Bezeichnung „Helligkeitskonstanz" faßt man gewöhnlich die Erscheinungen zusammen, die das Sehen der Farben — insbesondere des Weiß — in größerer oder geringerer Dunkelheit betreffen. Die „eigentliche" Farbe wird erkannt, auch wenn die Beleuchtungsstärke für das Ganze oder einen Teil des Gesichtsfeldes verändert wird.

Da auch die Farbenbeständigkeit im Wechsel der Beleuchtungs a r t nicht ohne Einschränkung konstatiert werden konnte, so könnte man dementsprechend hier zunächst die Grenzen der „Helligkeitskonstanz" untersuchen, d. h. die

zu bemerken, daß die Erscheinungen der Farbenbeständigkeit danach als Kontrastphänomene zu deuten sind. Auch Jaensch lehnt diese Auffassung ausdrücklich ab, trotz der von ihm angenommenen Parallelität zwischen Kontrast und Transformation. (S. o. S. 2.)

Bedingungen angeben, unter denen die eigentlichen Farben infolge Änderung der Beleuchtungsstärke nicht erkannt werden können. Aber in dieser Weise formuliert, wird man die Frage nicht ohne Bedenken stellen. Diese Bedingungen sind von so mannigfachen und zufälligen Faktoren abhängig — ob der farbige Gegenstand dem Beobachter bekannt ist oder nicht, ob er in seiner Gegenständlichkeit erkannt wird, ob er sich während der Verdunkelung bezw. Belichtung an der gleichen Stelle im Raum und in welcher Lage er sich zur Lichtquelle befindet; ferner ob die Änderungen der Beleuchtung unmittelbar aufeinander folgen, oder ob eine kürzere bezw. längere Belichtungspause dazwischenliegt und dgl. m. — diese „Abhängigkeit" ist selbst so fraglicher Natur, daß man immer nur wird angeben können, unter welchen Umständen die „eigentliche" Farbe eines Gegenstandes gewöhnlich erkennbar bleibt.[1] Man wird aber auf diesem Wege nicht zu einer exakten und wissenschaftlichen Deutung der Erscheinungen gelangen. Darum erscheint es geraten, das Problem der „Helligkeitskonstanz" mit der Untersuchung der allgemeinen Frage in Angriff zu nehmen, in welcher Weise sich der Eindruck einer Farbe verändert, die unter verschieden starker Beleuchtung steht.

Da läßt sich nun zunächst sagen, daß bei sehr starker Herabsetzung und sehr hoher Steigerung der Lichtstärke die meisten bunten Farben ihren Ton allmählich einbüßen, indem sie bei sehr hoher Lichtstärke sich einem blendenden Gelb, bei sehr geringer einem matt bläulichen Ton annähern. Bei sehr starker Verminderung der Beleuchtungsintensität tritt noch eine weitere Veränderung des Eindrucks ein: das Purkinjesche Phänomen. Nicht alle Farben werden bei Schwächung der Beleuchtung gleichmäßig dunkler; die Verdunklung von Rot und Gelb ist erheblich größer als die von Blau und Grün. Mit anderen Worten, die relative Helligkeit von Grün und Blau wächst, während die relative Helligkeit von Rot und Gelb abnimmt, wenn die Beleuchtungsstärke vermindert wird. In diesem Satz ist nun zugleich auch ausgedrückt,

---

1) Die Aufzählung der Begleitumstände — wie sie Katz in seinem Buch „Erscheinungsweisen" gibt —, die für das Erkennen der „eigentlichen" Farbe günstig oder ungünstig sind, ist kein Ersatz für die Bestimmung der physiologischen Prozesse, die mit den Empfindungen verknüpft sind; wie andererseits die Kenntnis der Vorgänge im Organ eine psychologische Analyse der subjektiven Faktoren nicht erübrigen kann. (s. o.)

daß die tonfreien Farben sich bei Herabsetzung der Lichtstärke gleichmäßig verdunkeln, daß m. a. W. die relative Helligkeit von Schwarz, Grau, Weiß unter verschieden starker Beleuchtung gleich bleibt. Denn daß bei Schwächung der Beleuchtung Grün relativ heller, rot relativ dunkler wird, das kann man nur mit Bezug auf das Aussehen der tonfreien Farben sagen. Grün wird relativ zu einem gewissen[2] Grau heller, Rot relativ zu einem Grau dunkler, wenn die Beleuchtungsstärke herabgesetzt wird. Daß also Schwarz, Grau, Weiß bei Verminderung der Beleuchtungsstärke sich gleichmäßig verdunkeln, d. h. die Helligkeitskonstanz der tonfreien Farben: das ist nur ein anderer Ausdruck für das Purkinjesche Phänomen.[3]

Vergleicht man eine bunte Farbe, z. B. Grün oder Rot hinsichtlich ihrer Helligkeit mit einer von Schwarz bis Weiß abgestuften Reihe tonfreier Papiere, so ist das bunte Farbfeld unter starker Beleuchtung einem anderen Glied dieser Schwarz-Weiß-Reihe helligkeitsgleich als unter niedriger Beleuchtung. Diese — häufig gewählte — Darstellung des Purkinjeschen Phänomen besagt für die tonfreien Farben: Das Helligkeitsverhältnis tonfreier Farben untereinander ändert sich nicht bei Veränderung der Beleuchtungsstärke. Schwarz bleibt dunkler als Weiß, d. h. von Weiß unterschieden, als Schwarz erkennbar, auch wenn helle Beleuchtung herrscht; und Weiß bleibt bei Verdunklung heller als Schwarz; d. h. von Schwarz unterschieden, als Weiß erkennbar.

Dieser Satz, die sogenannte Helligkeitskonstanz, sei nur ein anderer Ausdruck für das Purkinjesche Phänomen, muß noch näher geprüft und auch in gewisser Weise eingeschränkt werden. Das Purkinje-Phänomen wird mit dem Hinweis auf die Duplizität des Sehorgans erklärt und auf die mit dem Funktionswechsel von Zapfen und Stäbchen verknüpfte Dunkeladaptation. Es erhebt sich somit 1. die Frage, ob auch bei den Erscheinungen der „Helligkeitskonstanz" die Funktionsteilung der Netzhautelemente eine Rolle spielt. Besteht dieser

2) Und zwar zu demjenigen, das der Farbe bei Tage helligkeitsgleich ist.

3) Das (sog. achromatische) Purk. Phän. für tonfrei aussehende Farbengemische (s. v. Kries, Hdb. f. norm. u. pathol. Physiol. XII, 1 S. 686) tritt für ein normales Auge nur beim indirekten Sehen auf. Für das exzentrische Sehen ist jedoch die Farbenbeständigkeit kein Problem. Dichromaten aber, bei denen ebenfalls das Purk. Phän. für tonfrei aussehende Farben auftritt, sind auch mit Bezug auf die Farbenbeständigkeit anomal.

Zusammenhang zwischen Helligkeitskonstanz und Funktionswechsel des Sehorgans, dann unterscheidet sich die Helligkeitskonstanz in bedeutsamer Weise von der Farbenbeständigkeit bei Veränderung der Beleuchtungs a r t (=farbe). Danach wäre 2. zu fragen, ob trotz dieses Unterschiedes auch für die Helligkeitskonstanz der Umgebungskontrast wichtig ist.

Die erste Frage — ob die Adaptation für die Helligkeitskonstanz, d. h. das Erkennen des beschatteten Weiß, von Bedeutung ist, läßt sich ohne Schwierigkeit beantworten.

Ein in dieser Absicht unternommener Versuch gestaltet sich nach dem Schema der Versuchsanordnung I.[4] Zimmer 1 ist hell, Zimmer 2 nur schwach beleuchtet. Dem Beobachter, der sich in einer Entfernung von ca. 3 m vor der Wand im hellen Zimmer befindet, erscheint die Öffnung O schwarz. Bringt die Vp. hierauf ihr Auge so nahe an die Öffnung, daß sie das Dunkelzimmer und nur dieses übersieht, so erscheint das mattbeleuchtete hellgraue Täfelchen F zunächst dunkelgrau, nach mehreren Sekunden jedoch heller, seiner „eigentlichen" Farbe ähnlicher; zum Unterschied von dem Versuch bei bunter Beleuchtung verändert sich der Eindruck bei längerer Beobachtungsdauer, und zwar gemäß dem bekannten Verlauf der Adaptationskurve; die Vp. g e w ö h n t sich an die im Dunkelzimmer herrschende Beleuchtung.

Nun stellt freilich dieser Versuch einen ganz extremen Fall der Helligkeitskonstanz dar; die Beleuchtung ist in viel höherem Grade herabgesetzt, als es bei dem maßgebenden Versuchen von Katz, Jaensch u. a. der Fall ist. Dennoch wäre es für die Beurteilung der fraglichen Phänomene von Wichtigkeit, wenn sich zeigen ließe, daß die Beleuchtung, welche bei den üblichen Versuchen über Helligkeitskonstanz herrscht, als die erste Phase einer solchen Verdunkelung aufzufassen ist, wie sie im Extrem bei dem eben geschilderten Versuch verwirklicht ist. Es wäre mit anderen Worten eine entscheidende Einsicht gewonnen, wenn sich herausstellte, daß die Beleuchtungsanordnung, in der ein gegebenes farbloses Feld als verdunkeltes Weiß und nicht als Schwarz gesehen wird, das Purkinjesche Phänomen und damit auch den Funktionswechsel auf der Netzhaut e i n l e i t e t. Dieser

4) s. o. S. 8.

Nachweis, daß nämlich Beschattung, Lichtperspektive und Episkotisterverdunkelung einen besonderen Fall von Beleuchtungsverminderung darstellen, läßt sich nun in der Tat führen.

Um zu zeigen, daß die Beschattung im Katzschen Versuch[5] das Purkinjesche Phänomen einleitet, muß man die Beschattung noch tiefer machen, d. h. man muß immer weniger Licht auf die Scheibe B_2 fallen lassen. Man muß also den schattenwerfenden Schirm nicht allein zwischen der Scheibe und der Lichtquelle anbringen, sondern auch verhindern, daß von der Decke und den Wänden des Versuchszimmers Licht auf die Scheibe B_2 fällt. Das geschieht, indem man die Lichtquelle selbst — in diesem Falle das Fenster — immer mehr verdeckt, bis im Zimmer eine mäßige Dämmerung herrscht, d. h. aber eben die Beleuchtung wie in dem zuletzt beschriebenen Versuch.

Von den üblichen Beschattungsversuchen zur Helligkeitskonstanz gilt also, daß die Beschattung als eine erste Phase derjenigen Art von Verdunklung aufzufassen ist, bei welcher auf der Netzhaut der Funktionswechsel vom Tages- zum Dämmerungssehen eintritt.[6] Als eine besondere Frage und von Fall zu Fall zu entscheiden bleibt, welche Phase von Verdunkelung dieser Art vorliegt, wenn nur ein kleiner Teil des Gesichtsfeldes im Schatten liegt. Entscheidend ist, daß eine fortschreitende Verdunkelung dieser Art das Purkinjesche Phänomen und damit den Funktionswechsel einleiten würde.

Dieselben Verhältnisse finden sich auch bei der Verdunkelung durch den Episkotister. Schon Katz sagt an einer Stelle:[7] „Durch den Episkotister tritt eine Herabsetzung der Beleuchtungsintensität in dem gesamten Gesichtsfeld ein, ähnlich wie bei eintretender natürlicher Dämmerung." An anderer Stelle[8] findet sich jedoch die Angabe: „Bei einer Herabsetzung der Beleuchtungsintensität durch den Episkotister erfahren bunte Oberflächenfarben beliebiger Sättigung und

5) Katz, Erscheinungsweisen, S. 119.
6) Die Möglichkeit der Lokaladaptation ist oft bestritten worden. Man bedenke jedoch, daß die Sehschärfe und die Farbenempfindlichkeit für beschattete Flächen auch geringer Ausdehnung vermindert ist im Gegensatz zu schwarz gefärbten Feldern, und man wird den oben ausgesprochenen Satz nicht bezweifeln können.
7) Katz, Erscheinungsweisen, S. 131.
8) ebda. S. 249.

Helligkeit die gleiche Helligkeitseinbuße wie die Glieder der S.-W.-Reihe, die ihnen bei normaler Beleuchtung an Helligkeit gleich sind." Dies ist das Ergebnis der Untersuchung darüber, welche Helligkeitseinbuße bunte Farben bei gleicher, beträchtlicher Herabsetzung ihrer Beleuchtungsintensität erfahren, wenn „die Gesamtstimmung des Auges unverändert[9] bleibt". Diese beiden Angaben von Katz widersprechen einander; denn wenn die Episkotisterverdunklung mit der eintretenden natürlichen Dämmerung vergleichbar ist, dann kann die Gesamtstimmung des Auges nicht unverändert und die Farben können nicht als Oberflächenfarben sichtbar bleiben.[10] Beide Annahmen sind nicht miteinander vereinbar. Da es nun von Wichtigkeit ist, zu wissen, ob die Episkotisterverdunklung das Dämmerungssehen einleitet oder nicht, ist es nötig, die beiden sich widersprechenden Angaben auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Zu diesem Zweck mußte folgender Versuch angestellt werden: Eine Anzahl von bunten Papieren wurde mit einer Reihe tonfreier Farben (die von Weiß bis Schwarz abgestuft sind) auf ihre Helligkeit hin verglichen, und zwar a) bei heller Beleuchtung, b) in der Dämmerung und c) bei Betrachtung durch einen Episkotister. Zur Verwendung gelangten Farben der Firma Zimmermann (Leipzig); die tonfreien Papiere sind numeriert, Nr. 1 ist weiß, Nr. 30 schwarz.

Es wurde immer gleichzeitig eine farbige und eine tonfreie Tafel zum Helligkeitsvergleich gezeigt. Die tonfreien Papiere wurden stets vom hellsten zum dunkelsten und dann in umgekehrter Reihenfolge dargeboten. Die Grenzwerte in den Tabellen geben an, welches tonfreie Papier mit Sicherheit heller (h) bezw. dunkler (d) als das gleichzeitig gegebene bunte aussieht. In der dazwischenliegenden Zone schwankten die Vpp. in ihren Urteilen oder gaben die Aussage ab: „Gleich hell". Dieser Fall

---

9) von Katz, gesperrt. (S. 248).

10) Die beiden Annahmen lassen sich auch dadurch nicht miteinander in Einklang bringen, daß man etwa annähme, im zweiten Falle geschähe die Betrachtung nur kürzere Zeit und aus größerer Entfernung als im ersten. Denn wenn die Betrachtungsdauer zu gering ist und das Auge des Beobachters sich nicht nahe genug am Episkotister befindet, treten die von Katz besprochenen Phänomene, insbesondere die sog. Abweichung vom Talbotschen Gesetz nicht mehr in Erscheinung, man sieht überhaupt nichts hinter der schwarzen Episkotisterscheibe, da in diesen Versuchen (S. 249) der Episkotisterspalt kleiner als 2^0 ist.

wurde stets angemerkt. Die Farbtafeln waren so angeordnet, daß der tonfreie Karton F_1 (50 × 50 cm) in einen Einschnitt der runden bunten Farbscheibe F_2 (Durchm. = 20 cm) geschoben wurde. (Fig. 3.)

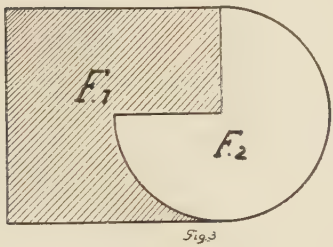


Fig. 3

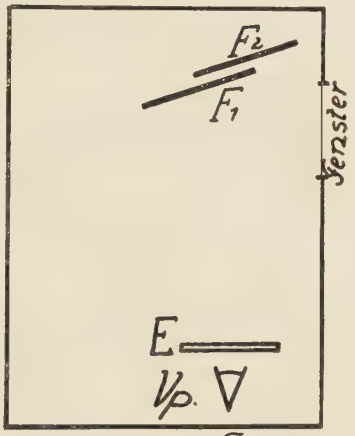


Fig. 4.

a) In den Versuchen bei Tageslicht befindet sich Vp. etwa 3 m von den Farbtafeln entfernt im Hintergrunde des Zimmers, während die Farbtafeln gut und gleichmäßig beleuchtet sind (Fig. 4). Aus der natürlichen Unsicherheit der heterochromen Helligkeitsvergleichung erklärt sich das Schwanken der Angaben beim Tagessehen; doch genügt es, den Vpp. zu raten, sie sollten nicht auf die Sättigung der Farbe achten, um brauchbare Werte zu erhalten.[11]

b) In den Dämmerungsversuchen wird das Fenster durch Holzläden bis auf einen ca. 5 × 40 cm breiten Spalt geschlossen, dessen Öffnung nach oben sieht (in 1,70 m Höhe). Die Vp. befindet sich in un-

11) S. Langfeld, ZfPsy. I, 53, (1909), „Die heterochrome Helligkeitsvergleichung" gibt an, daß die verschiedene Einstellung der Vp. die Versuchsergebnisse wesentlich beeinflußt. Stellt man sich auf das Leuchten der Farbe ein, so erscheint Rot heller als Orange heller als Gelb; sonst ist Gelb heller als Orange heller als Rot. Die erste Art des Vergeichs läßt sich kaum als Helligkeitsunterscheidung ansprechen.

mittelbarer Nähe der Papiere und etwa 2,50 m von der Spaltöffnung entfernt. Vor den Einstellungen gewöhnt sich das Auge der Vp. während etwa einer Minute an die Dunkelheit. Alle Farben erscheinen nicht mehr bunt. Als Mittelwerte sind die Nummern derjenigen grauen Papiere angegeben, die mit der Vergleichsfarbe völlig eine Fläche zu bilden scheinen, sodaß die Grenzkonturen nicht mehr erkennbar sind.

c) Bei den Episkotisterversuchen ist die Anordnung wie beimTagessehen (a) nur, daß sich nahe vor dem Auge der Vp. ein Episkotister befindet. Der Episkotisterspalt war so klein, daß die Farbigkeit der bunten Papiere nicht oder kaum erkannt wurde. Zu diesem Zweck mußte bei allen rotenTönen der Spalt etwas kleiner gewählt werden als bei den übrigen; doch betrug die Differenz nie mehr als 0,5°. Die Dauer der Expositionszeit hing von der Vp. ab, überstieg aber nicht 8 Sekunden. Zwischen jeder neuen Darbietung ruhte Vp. ihr Auge aus (ca. 30 Sekunden).

Tab. V. 18. Okt., 13—15½ Uhr (dunkler Tag)
Episk.-Spalt 1—1,5°.

Vp. Dr. L.

Vergleichsfarbe	Tageswerte			Dämmerungswerte			Episkotisterwerte		
	h.	d.	M.	h.	d	M.	h.	d.	M.
violett	23	26	25	18	23	20	17	20	19
blau	13	18	16	7	10	8	8	11	10
rot	17	25	20	27	30[13]	29	27	30[13]	29
grün	8	12	10	6	8	7	4	7	6
orange	6	8	7	18	26	22	16	18	17
gelb	3	4	3	4	6	5	3	5	4[14]

h = Grau ist heller,
d = Grau ist dunkler als die bunte Vergleichsfarbe,
M = Mittelwerte.

12) Bei der Abrundung der Mittelwerte wurde das Schwanken an den Grenzwerten mit berücksichtigt.
13) Aussage: Vergleichsfarbe dunkler als Nr. 30.
14) Bei den Episkotisterversuchen an Gelb und Orange gelang es nicht, den Spalt so klein zu machen, daß die Vp. die Vergleichsfarbe tonfrei sah; war der Spalt kleiner als 1°, so vermochte Vp. überhaupt nichts zu erkennen.

Tab. VI. 20. Okt., 13—15 Uhr (heller Tag)

E.-Spalt wie oben.

Vp. Dr. F.

Vergleichs-farbe	Tageswerte			Dämmerungs-werte			Episkotister-werte		
	h.	d.	M.	h.	d.	M.	h.	d.	M.
violett	14	18	16	19	23	21	18	19	19
blau	13	14	13	8	9	9	9	10	9
rot	12	15	13	24	28	26	23	26	24
grün	6	8	7	7^{13}	7	7	7	8	7
orange	7	8	7	19	23	20	11	15	13
gelb	3	3	3	5^{13}	5	5	3	4	3

Tab. VII. 20. Okt., 11—13 Uhr,

E.-Spalt wie oben.

Vp. Dr. J.

Vergleichs-farbe	Tageswerte			Dämmerungs-werte			Episkotister-werte		
	h.	d.	M.	h.	d.	M.	h.	d.	M.
violett	15	19	17	21	22	21	18	19	19
blau	12	14	13	9^{16}	9	9	10^{16}	10	10
rot	12	14	13	28	30^{17}	29	20	24	22
grün	11	14	12	7^{16}	7	7	18	19	18
orange	10	11	10	19^{16}	19	19	6	8	8^{18}
gelb	3	4	3	5	7	6	2	6	4

Nach diesen Versuchen, in denen die Episkotisterwerte stets im selben Sinne wie die Dämmerungswerte von den Tageswerten abweichen, stellte ich selbst noch eine Versuchsreihe mit einer größeren Anzahl von Farben an.

15) Aussage: Gleich hell; Grau und Vergleichsfarbe: eine Fläche.
16) s. vorige Anm.
17) s. 26, Anm. 14.
18) s. o. Anm. 15.

Tab. VIII.

Vergleichsfarbe	Tageswerte h	d	M	Dämmerung	Episkotister
zitronengelb	2	3	2	3/4	2/4 [19]
goldgelb	2	4	3	5	3/4
dunkelgelb	3	5	4	7	5
hellgrün	3	6	4	4	3/4
olivgrün	5	6	6	4	5/6
orange	6	7	7	21/22	17
sattgrün	7	9	8	7	7/8
mattblau	9	11	10	7	8
helleres rot	12	13	13	29	29
mittl. rot	13	14	14	28	28
sattes blau	14	18	16	8/9	9/10
rotviolett	14	21	18	24/25	23/24
dunkelrot	18	22	20	30	30
[20]blauviolett	21	27	24	19	20
indigo	27	30	29	17	19

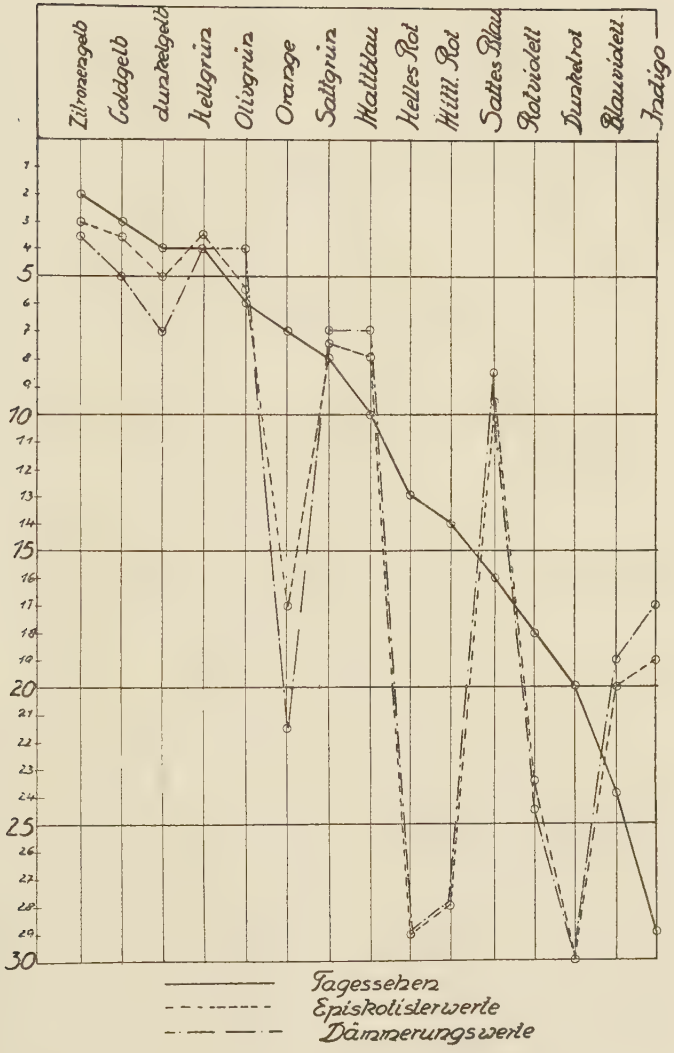
Die Resultate dieses Versuchs sind auf S. 29 graphisch dargestellt. Die Zahlen bezeichnen die durch die Skala der 30 tonfreien Papiere gegebenen Helligkeitswerte (W = 1, S = 30).

Aus den Kurven kann man unzweideutig die Ähnlichkeit zwischen Dämmerungs- und Episkotisterwerten gegenüber der ganz anders verlaufenden Kurve für die Tageshelligkeiten ersehen. Es ergibt sich aus diesen Versuchen: Die Verdunklung des Gesichtsfeldes durch den Episkotister leitet das Purkinjesche Phänomen und damit also den für das Dämmerungssehen charakteristischen Funktionswechsel auf der Netzhaut ein.

Ähnlich sind die Verhältnisse in dem dritten Fall, in dem die Helligkeitskonstanz zur Beobachtung gelangt: Auch

19) Bis auf die gelben Farben gelang es immer, mindestens ein Graupapier auf völlige Gleichheit mit der Vergleichsfarbe, in vielen Fällen bis zum Verschwinden der Kontur, einzustellen.

20) Die Abweichung des Tageswertes für Blauviolett die zwischen meinem und dem Eindruck anderer Vp. besteht, erklärt sich wohl aus der Verschiedenheit der subjektiven Einstellungen, indem ich völlig vom „Leuchten" absah. Die Abweichung ist für diesen Zusammenhang ohne Bedeutung.


Zitronengelb
Goldgelb
dunkelgelb
Hellgrün
Olivgrün
Orange
Saftgrün
Kalkblau
Helles Rot
Hellr. Rot
Sattes Blau
Rotviolett
Dunkelrot
Blauviolett
Indigo
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
Tagessehen
Episkotisierwerte
Dämmerungswerte

die Lichtperspektive[21] kann als eine erste Phase des Dämmerungssehens aufgefaßt werden. Es handelt sich um den Versuch, in dem sich die Vp. in der Nähe der Lichtquelle befindet und die Gegenstände im Hintergrunde des Zimmers betrachtet. Um die Bedingung für den extremen Fall zu erhalten, in dem dann der Funktionswechsel sich bereits vollzogen hätte, genügt es nicht, die Versuchsanordnung so zu modifizieren, daß der beobachtete Gegenstand noch weiter von der Lichtquelle entfernt wird. Oder anders ausgedrückt: Was den Funktionswechsel auf der Netzhaut im Falle der Lichtperspektive verhindert, ist nicht allein der relativ geringe Abstand zwischen dem Zimmerhintergrund und der Lichtquelle, sondern vor allem der Vordergrund des Zimmers (z. B. Fußboden, Seitenwände, Gegenstände in der Nähe der Lichtquelle, etwa Vergleichsscheibe B). Die Bilder dieser Gegenstände, die von starker retinaler Wirksamkeit sind, fallen auf Teile der Netzhaut, die dem Netzhautbild des Zimmerhintergrundes benachbart sind. Sie verhindern, daß das Auge in den Zustand des Dämmerungssehens versetzt wird. Um also auch die Lichtperspektive in jenen extremen Fall überzuführen, bei welchem — analog zur tiefsten Beschattung bezw. Episkotisterverdunkelung — nur noch der Stäbchenapparat funktioniert, ist es vor allem nötig, daß sich keine hellbeleuchteten Gegenstände zwischen dem Hintergrund und der Lichtquelle befinden, die im Gesichtsfeld seine Umgebung bilden würden.

> Dieser Fall ließe sich verwirklichen, wenn der Beobachter nachts an dem Fenster eines hell erleuchteten Zimmers auf die etwa 20—30 m entfernte Wand eines gegenüberliegenden Hauses blickte, die gerade noch von dem Lichtschein, der aus dem Fenster kommt, getroffen würde. Wäre dann der eine Teil dieser Wand etwa rot, der andere grün gestrichen, so könnte man in diesem extremen Fall der Lichtperspektive das Purkinjesche Phänomen, d. h. also den Funktionswechsel vom Tages- zum Dämmerungssehen konstatieren.[22]

21) Katz, Erscheinungsweisen. S. 79 ff.

22) Schreibt man der Luftschicht, die zwischen dem Auge und den Außendingen liegt, eine so große Bedeutung zu, wie z. B. Bühler (Erscheinungsweisen der Farben, Hdb. d. Psychol. I, 1. (Jena 1922) S. 22 ff.), so könnte man am Eintreten des Purkinjeschen Effektes unter diesen Bedingungen zweifeln; man könnte glauben, daß die Helligkeit der dazwischen liegenden Luftschicht die Dunkeladaptation verhindere. Das ist nicht der Fall. Selbst an feuchten nebligen Abenden, an denen der aus dem Fenster fallende Lichtkegel sichtbar wird, ist die „Lufthelligkeit" so gering, daß

Es bedarf jedoch dieser etwas primitiven Versuchsanordnung nicht. Anstatt den beleuchteten Gegenstand von der Lichtquelle zu entfernen und seine relativ helle Umgebung auf so umständliche Weise unsichtbar zu machen, setzt man besser die Intensität der Lichtquelle selbst herab: Mit dem Quadrat der Entfernung nimmt ja die Lichtstärke ab. Man kann nun die objektive Stärke der Lichtquelle solange vermindern, bis im Zimmer die nötige Dunkelheit und auf der Netzhaut der Funktionswechsel eintritt. Daraus ergibt sich,

---

sie der Dunkeladaptation nicht im Wege ist. Auf keinen Fall aber besitzt die trockene Zimmerluft irgendwelchen Einfluß auf den Zustand des Sehorgans, (s. Katz, Sammelreferat I, S. 156 und Gelb, a.a.O., S. 656 ff.) Das demonstriert der folgende Versuch:

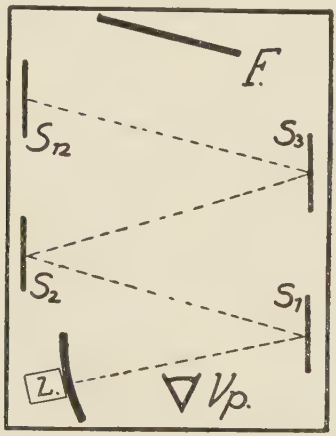


Fig. 5

Eine von einem Gehäuse umschlossene elektrische Lampe (L) wirft ihr Licht auf einen etwa 3 m entfernten Spiegel (S_1), der das Licht auf einen zweiten Spiegel (S_2) wirft. Dieser gibt das Licht an einen dritten Spiegel weiter und so fort, wobei man die Zahl der Spiegel je nach der Stärke der Lichtquelle und der Größe des Raumes beliebig vermehren kann. Der letzte Spiegel (Sn) wirft das Licht, das den Weg L, S_1, S_2, S_3 . . . Sn zurückgelegt hat, auf einen Ständer, auf welchem man beliebige Farbpapiere (F) befestigen kann. Der Beobachter (Vp.) ist in der Nähe der Lichtquelle mit dem Gesicht nach F hingewendet so aufgestellt, daß die Ebene zwischen seinem Auge und den Beobachtungsgegenständen die gleiche ist wie die, welche das Licht auf seinem Wege L, S_1, S_2, S_3 . . . Sn F bildet. Sind auf dem Ständer F z. B. die Farben Grün und Rot oder Blau und Orangegelb befestigt, so erscheint Grün und Blau farblos und heller als Rot bezw. Gelb, obwohl das Helligkeitsverhältnis umgekehrt ist, wenn das Licht seinen Weg von L nach F direkt nimmt. Auch im übrigen sind bei dieser Versuchsanordnung die Verhältnisse genau so, als ob die Intensität der Lichtquelle herabgesetzt worden wäre, Wie man sich auch immer zur Frage des „Zwischenmediums" stellt, sicher ist: Die „Lufthelligkeit" in einem übrigens verdunkelten Zimmer ist für das Zustandekommen des Purkinjeschen Phänomens und den Eintritt der Dunkeladaptation ohne Bedeutung.

daß das Sehen in einem verdunkelten Zimmer den äußersten Fall auch der Lichtperspektive darstellt, oder m. a. W.: Auch die Verdunklung im Falle der Lichtperspektive leitet das Dämmerungssehen ein.

Aus den Untersuchungen über Beschattung, Episkotisterverdunklung und Lichtperspektive ergibt sich also, daß in allen Fällen, in denen die sogenannte Helligkeitskonstanz zu beobachten ist, die Verdunklung des Gegenstandes mit der eintretenden natürlichen Dämmerung zu vergleichen ist und darum mit dem Dämmerungssehen zusammenhängen muß. An diese Formulierung muß sich freilich zunächst ein gewisses Bedenken knüpfen. Die Überführung der üblichen Versuchsanordnungen in völlige Dämmerung kann als eine gewaltsame Konstruktion erscheinen; man könnte sagen, es sei, wenn nicht für alle Fälle, so doch für die Versuche zur Lichtperspektive von Wichtigkeit, ja eine unerläßliche Bedingung, daß nicht das ganze, sondern nur ein Teil des Gesichtsfeldes verfinstert werde. In der Tat sind jene Versuche ja angestellt, um ein „dunkles Weiß" mit einem gleichzeitig gegebenen belichteten Grau oder Schwarz zu vergleichen. Dieser Gedanke ist umso beachtenswerter, als er dazu führt, den oben ausgesprochenen Satz, daß die Helligkeitskonstanz nur ein anderer Ausdruck für das Purkinjesche Phänomen sei, in der nötigen Weise einzuschränken. Für das Dämmerungssehen gilt zwar die Helligkeitskonstanz; solange das Purkinjesche Phänomen auftritt, wird Weiß als (dunkles) Weiß angesehen und von Schwarz unterschieden — daran muß man festhalten. Man darf jedoch diesen Satz nicht umkehren: Nicht immer, wenn man eine Farbe als verdunkeltes Weiß ansieht (von Schwarz unterscheidet), befindet sich das Auge im Zustand des Dämmerungssehens. Hiermit ist die Einschränkung des angeführten Satzes ausgesprochen. Damit ist aber auch zugleich das Bedenken zerstreut, das Dämmerungssehen sei mit der Helligkeitskonstanz auf gewaltsame, d. h. unrechtmäßige Art in Verbindung gebracht. Denn nicht das wurde behauptet, daß sich das Auge stets im Zustand des Dämmerungssehens befinde, wenn die Helligkeitskonstanz beobachtet wurde; sondern nur folgendes soll als erwiesen gelten: Daß auf der Netzhaut allmählich der Zustand des Dämmerungssehens ein-

tritt, wenn diejenige Verdunklung fortschreitet, unter der ein Weiß als verdunkeltes Weiß und nicht als Schwarz gesehen wird; und daß in allen diesen Fällen ein solches Fortschreiten der Verdunklung möglich ist.

Dieses Resultat ist nun nicht ohne Bedeutung; denn es gibt noch eine andere Art der Verdunklung; und zwar eine Verdunklung, bei der das Purkinjesche Phänomen nicht eintritt.

Mischt man — etwa auf einem Farbkreisel — beliebige Farben mit Schwarz, so erscheinen diese Mischfarben dunkler als die Farben ohne Schwarzzusatz. Aber das Helligkeitsverhältnis ändert sich nicht. Ist ein Gelb heller als ein gleichzeitig gegebenes Blau, so erscheint auch ein Gemisch aus Gelb und Schwarz stets heller als das Blau, dem dieselbe Menge Schwarz beigemischt ist. Ob man nun diese Verdunklung fortführt, bis die farbige Komponente des Gemisches nicht mehr erkennbar ist oder ob man die Farbe in einer schwarzen Umgebung zeigt, die das ganze Gesichtsfeld einnimmt, in keinem Falle kehrt sich das Helligkeitsverhältnis der beiden Farben um, niemals zeigt sich auch nur eine Spur des Purkinjeschen Phänomens.

Diese durch Schwarzbeimischung erzielte Verdunklung kann demnach nicht als ein Anfangsstadium der Dämmerung angesehen werden; man kann von ihr nicht wie von Beschattung, Episkotisterverdunklung und Lichtperspektive sagen, daß sie den Funktionswechsel auf der Netzhaut einleite; vielmehr befindet sich das Auge in allen Phasen einer solchen Verdunklung im Zustand des Tagessehens. Nun schließt aber dieser Fall der Verdunklung auch die Helligkeitskonstanz aus: Wird die Schwarz-Komponente einem Weiß beigemischt, so erscheint das Gemisch aus Weiß und Schwarz nicht als mehr oder weniger verdunkeltes Weiß, sondern als Grau, Dunkelgrau, Schwarz. Dieses Ergebnis kann nur auf den ersten Blick selbstverständlich erscheinen. Es handelt sich ja nicht um die Erörterung des Unterschiedes zwischen Weiß-Schwarz und Hell-Dunkel. Denn ein normales Weiß ist

---

23) Es ist eine besondere Frage, welchen Sinn es hat, wenn mann im Falle der Schwarzbeimischung von der Verdunkelung einer Farbe spricht.

nicht nur heller als ein beschattetes,[24] sondern auch heller als Schwarz. Es liegt also eine verschiedene Art des Helligkeitsvergleichs vor. „Weiß ist heller als Schwarz"; in diesem Falle ist der Helligkeits- zugleich ein Farbenunterschied. Im anderen Falle[25] — Beschattung, Lichtperspektive etc. — ist der Helligkeitsunterschied kein Farbenunterschied; Vp. sagt aus: „Das Weiß ist jetzt dunkler". — Im ersten Falle handelt es sich um zwei Farben (Schwarz und Weiß), die eine ist heller, die andere dunkler. Im zweiten Falle ist e i n e Farbe dunkler geworden. Durch die Katzschen Versuche wird demnach nicht eine größere Mannigfaltigkeit der Farben, sondern eine Komplizierung des Helligkeitsbegriffs demonstriert. Man hat auf Grund dieses Versuchs nicht das Recht, von einer Zweidimensionalität der tonfreien Farben zu reden; vielmehr wird in den Versuchen der Begriff der Helligkeit unter einem neuen Gesichtspunkt problematisch.

IV. Psychologische Analyse der Versuche zur Farbenbeständigkeit.

Im zweiten Abschnitt konnte gezeigt werden, daß die Farbenbeständigkeit bei bunter Beleuchtung ebenso zu deuten ist wie der Kontrast. In ähnlicher Weise ergibt sich jetzt, daß auch die Helligkeitskonstanz kein besonderes Phänomen, sondern mit bezug auf den Funktionswechsel von Stäbchen und Zapfen zu erklären ist. Damit sind die betreffenden physiologischen Verhältnisse eindeutig bestimmt. Erst auf diesem Grunde kann man das Verhältnis zwischen Beleuchtung und Beleuchtetem, den Begriff der eigentlichen Farbe und die verschiedene Verwendung des Helligkeitsbegriffs psychologisch untersuchen. Denn jede psychologische Analyse hat es mit den Beziehungen zu tun, die das Subjekt im Sehakt auf die Reize und Reaktionen im Organ herstellt.

Da man die Verdunkelung, bei der die Helligkeitskon-

24) Beschattetes Weiß ist dunkler als normal beleuchtetes: Es ist also zunächst mißverständlich, von „Helligkeitskonstanz" zu reden. Nur diejenige Helligkeit, die zugleich eine Farbe bezeichnet (d. h. ein bestimmtes Weiß oder Grau) bleibt bestehen, wenn die Beleuchtungsstärke vermindert wird. Der Terminus wird gewöhnlich gebraucht, um die Erscheinungen der Farbenkonstanz im Wechsel der Beleuchtungs a r t (=farbe) von denen im Wechsel der Beleuchtungs s t ä r k e zu unterscheiden und zugleich auszudrücken, daß im letzten Falle nur Schwarz, Grau, Weiß (d. h. eben die Helligkeit, sofern sie eine Farbe bezeichnet) beständig bleibt, während im ersten Falle a l l e Farbtöne im Wechsel der Beleuchtung erkennbar sind.

25) Es bleibt eine Frage für sich, warum man in beiden Fällen von Helligkeitsunterschieden spricht.

stanz zur Beobachtung kommt, als ein erstes Stadium eintretender Dämmerung auffassen kann, so müssen sich alle Schwierigkeiten, die den Helligkeitsbegriff betreffen, in der Beantwortung der Frage lösen: Wodurch unterscheidet sich der Helligkeitsvergleich bei fortschreitender Dämmerung von dem Helligkeitsvergleich zwischen Schwarz und Weiß? Bei dieser Frage ist zu beachten, daß es sich um einen Helligkeitsvergleich, d. h. um ein psychisches Verhalten des Subjekts handelt, um den Ausdruck einer Beziehung, die die Versuchsperson im Sehakt zwischen den Außendingen herstellt. Läßt man diese Beziehung außer acht, d. h. betrachtet man die Erscheinung an sich, ohne Rücksicht darauf, daß sie gesehen und im Sehakt mit anderen Erscheinungen verknüpft wird, so wird man über eine bloße (phänomenologische) Beschreibung nicht hinausgelangen; dazu kommt noch die Schwierigkeit, daß es das, was beschrieben wird — die vom Sehen und dem damit verbundenen Zustand des Auges[2] isolierte Erscheinung — gar nicht gibt. Betrachtet man die Erscheinungen für sich, so ist es unmöglich, sie wissenschaftlich zu definieren. Alle Erscheinungen sind als Reize gegeben, d. h. auf das Organ wirksam und werden dieser Wirksamkeit gemäß aufgefaßt. Der Unterschied der Erscheinungen ist der Unterschied der Beziehungen, in denen sie vom Subjekt erfaßt werden. Die Phänomene, unabhängig von ihren Beziehungen zum Sehakt, sind

1) Gelb (a.a.O. S. 654 u. 672) kritisiert zwar mit Recht die Katzsche Einteilung in elementare, d. h. retinal bedingte, und in kompliziertere Empfindungen, die von zentralen Faktoren d. h. psychisch bedingt sind. (s. o. S. 2 ff.) Gemäß dieser Kritik müssen alle Empfindungen physiologisch und psychologisch erklärt, es müssen die in jedem Sehakt auf besondere organische Prozesse hergestellten Beziehungen untersucht werden. Gelb nun begnügt sich, was die physiologische Deutung der Farbenbeständigkeit betrifft, damit, auf die Unmöglichkeit eines Zusammenhanges mit Kontrast oder Adaptation hinzuweisen (a.a.O. S. 671). Seine positive Erklärung besagt: „daß Sonderung in Beleuchtung und Beleuchtetes und Sehen einer straffen Oberflächenfarbe nur zwei Ausdrücke eines und desselben Grundvorganges sind, der so verläuft, daß Farbeneindrücke, die einer ganz bestimmten anschaulichen Beleuchtung zugeordnet sind, niemals in genau der gleichen Weise einer anderen anschaulich gegebenen Beleuchtung zugehören können."

Die Definition dieses „Grundvorganges" will nicht physiologisch sein. Gelbs Erklärung verzichtet auf eine Beziehung zu besonderen physiologischen Funktionen, sie ist vielmehr rein phänomenologisch. Seine Kritik an Katz steht auf dem gleichen Boden wie Katz selbst. Mit den Voraussetzungen der Phänomenologie aber können die Schwierigkeiten, die Gelb richtig erkennt, nicht beseitigt werden. Allerdings verlangt Gelb, daß die allgemeine Frage nach der Struktur und dem Aufbau der Sehwelt, dem Verhältnis zwischen Organismus und Umwelt gestellt werde; ohne jedoch diese Probleme näher zu umreißen.

2) Der Zustand des Auges heißt in phänomenologischer Sprache die „Genesis der Empfindung". Daß von einem solchen „Entstehen" der Empfindung an irgendeiner Stelle der Erregungsbahn nicht die Rede sein kann, wurde schon oben ausgesprochen (s. S. 4).

immer nur Qualitäten, jede neue Erscheinung ist eine neue Qualität; und so wird die phänomenologische Betrachtungsweise mit Notwendigkeit dazu geführt, z. B. das beschattete Weiß als eine neue Qualität hinzustellen, als wäre es eine besondere Farbe ebenso wie Schwarz oder Weiß, und darum die Zweidimensionalität der tonfreien Farben zu postulieren. Für die wissenschaftliche Analyse kommt es darauf an, in welchen Beziehungen die Erscheinungen durch das Sehen erfaßt werden; diese Beziehungen allein machen den Unterschied der psychischen Erscheinungen aus.

Wir haben gesehen: in der Aussage „Weiß heller als Schwarz" ist der Helligkeits- zugleich ein Farbunterschied. Durch die Äußerung „Heller" charakterisiert die Vp. ein Außending gegenüber einem anderen, sie bezieht sich unmittelbar auf einen Unterschied der Reize. Unmittelbar — das heißt nicht, daß das Organ von dieser Beziehung ausgeschlossen wäre. Hell und dunkel in diesem Falle — d. h. eben Schwarz und Weiß — sind Kennzeichen gesehener Dinge und insofern muß in der psychologischen Analyse auch das Sehorgan berücksichtigt werden, wenn das Subjekt Schwarz von Weiß bezüglich der Helligkeit unterscheidet. Aber ob ich Weiß sehe, oder ob ich Schwarz sehe — in beiden Fällen liegt die gleiche Art des Sehens vor. Wohlgemerkt, die gleiche Art; denn selbstverständlich reagiert das Organ auf einen weißen Reiz anders als auf einen schwarzen, so gewiß Schwarz anders aussieht als Weiß. Aber es ist das gleiche Organ, das in verschiedener Weise reagiert. Ja, man muß geradezu sagen, daß die Identität des Rezeptionsorgans die Voraussetzung ist für die Verschiedenheit der Reaktionen. Also: „Weiß ist heller als Schwarz", in dieser Aussage charakterisiert die Vp. den Unterschied zweier Außendinge. Sie meint damit einen Unterschied, der wirklich besteht, d. h. der durch die Verschiedenheit der Objekte bestimmt ist, und zwar für das Subjekt, für ein und dasselbe Organ. In der Aussage „Weiß heller als Schwarz", bezieht sich die Vp. auf einen Unterschied der Reize gemäß der Identität des Tages-Sehorgans, d. h. der Funktionsweise des Zapfenapparates.

Anders liegen die Verhältnisse in den Fällen, in denen die Vp. ein Dämmerungsweiß dunkler nennt als ein hell belichtetes. Hier ist der Helligkeitsunterschied, so sahen wir,

kein Farbunterschied. Zwar sind auch hier die Reizungsverhältnisse verschieden, aber die Reizgegenstände können die gleichen sein. Das heißt ja gerade: ein Weiß in der Dämmerung wiedererkennen. Ich sehe Weiß bei Licht — ich sehe Weiß in der Dämmerung, in beiden Fällen sehe ich Weiß; verschieden ist die Art des Sehens. In der Aussage „Licht heller als Schatten", d. h. Weiß bei Tageslicht heller als Weiß in der Dämmerung, charakterisiert die Vp. mit dem Wort „heller" auch eine Verschiedenheit der Sehfunktion. Sie bezieht sich in dieser Aussage nicht unmittelbar auf die Außendinge, sondern gleichzeitig auf sich selbst. Licht und Schatten, Tageslicht und Dämmerung sind nicht nur Eigenschaften der Außenwelt, die als solche unmittelbar gesehen werden, sondern es sind zugleich Eigentümlichkeiten des Sehens und des Organs. Der Eindruck des Gleichen, das Wiedererkennen des Weiß trotz der Verschiedenheit der Reizverhältnisse und der dazugehörigen Reaktionen ist bedingt durch die Beziehung auf den Funktionswechsel im Organ. In der Aussage „Weiß bei Licht heller als Weiß in der Dämmerung" bezieht sich die Vp. unter verschiedenen Bedingungen auf einen Reizgegenstand als auf denselben und gleichzeitig auf den Funktionswechsel von Zapfen und Stäbchen. Sie hat trotz der Verschiedenheit der Eindrücke den Eindruck der Gleichheit, indem sie sich auf den Eindruck selbst als auf ein jeweils Verschiedenartiges bezieht.

Betrachtet man die bisherige Behandlung des Problems der Helligkeitskonstanz, so mag dieses Ergebnis auf den ersten Blick wenig befriedigend erscheinen. Denn es gibt keine Antwort auf die Frage: Woran erkenne ich die „eigentliche" Helligkeit der Farben, z. B. des Weiß? Der Beantwortung dieser Frage stellten sich von jeher große Schwierigkeiten entgegen. Schon Hering[3] hat gezeigt, daß man sich in unlöslichen Widerspruch verwickelt, wenn man annimmt, daß man aus der Gesamtbeleuchtung die eigentliche Helligkeit der Dinge erschließt. Anderen Lösungsversuchen ergeht es nicht anders. Bühler z. B. gibt auf die Frage, woran man die eigentlichen Farben der Dinge erkenne, die Antwort: „Aus der Luft".

3) Hering, a.a.O., S. 20.

Woran aber erkenne ich die Helligkeit der Luft? Man ist versucht zu antworten: Ich sehe sie[4] — und verfällt damit in den Fehler den man vermeiden wollte,[5] zu dem man aber stets gedrängt wird, wenn man die Frage stellt, woran man die Helligkeit oder Farbe eines Dinges erkenne; in den Fehler nämlich: das Sehen durch das Sehen erklären zu wollen.

Darf man also jene Frage stellen?[6] Schon Helmhotz[7] hat das Problem auf andere Weise gestellt: „Wir legen einen verschiedenen Maßstab an unsere Empfindungen je nach Art und Stärke der wirklichen oder vermeintlichen Beleuchtung."[8] Nicht also das ist die Helmholtzsche Frage: Woran erkenne ich die eigentliche Helligkeit? sondern: Worin besteht der Unterschied zwischen der Empfindung des beschatteten Weiß

4) Eine Beleuchtungsempfindung ohne Farbenfindung ist nicht denkbar.

5) Davon abgesehen muß man, wie der oben (S. 30 f.) skizzierte Versuch gezeigt hat, Bedenken tragen, der Luft eine so große Bedeutung für das Sehen zuzuschreiben, wie es Bühler tut.

6) Gelb (a.a.O., S. 672 f) kritisiert scheinbar in ähnlicher Absicht das Recht der Frage: „wieso die Farben trotz Aenderung der Beleuchtungsstärke und -art ihr Aussehen relativ b e w a h r e n ?" (von Gelb gesperrt). Die Uebereinstimmung mit der hier vertretenen Auffassung ist jedoch nur äußerlich. Bei Gelb liegt der Ton auf dem Wort „bewahren"; er kritisiert die herkömmliche Art der Fragestellung, weil das Sehen von Oberflächenfarben schon soviel bedeute wie die Sonderung in Beleuchtung und Beleuchtetes. Daher könnten Farbeneindrücke, die einer bestimmten Beleuchtung angehören, niemals in genau der gleichen Weise einer anderen Beleuchtung zugeordnet sein, immer gebe es Unterschiede z. B. hinsichtlich der Lebhaftigkeit oder der Ausgeprägtheit. Damit stellt Gelb fest, daß Farben in verschiedener Beleuchtung niemals ganz gleich aussehen. Was es aber bedeute, daß sie ihr Aussehen r e l a t i v b e w a h r e n, noch auch, warum nach jener Feststellung das Problem der relativen Farbenbeständigkeit nicht gestellt zu werden brauche, diese Fragen sind durch den Gelbschen Gedankengang nicht beantwortet. In dem Gedanken, daß Oberflächenfarben sehen soviel heißt wie Beleuchtung und Beleuchtetes sondern, schließt sich Gelb an Katz an (Erscheinungsweisen S. 372 ff.). Während aber Katz die Unterscheidung zwischen Beleuchtung und Beleuchtetem, als eine Bedingung der „Farbenbeständigkeit" durch zentrale Faktoren erklärt, weist Gelb diese Erklärung zurück. Man dürfe nicht von der „Diskrepanz zwischen Reiz und Eindruck" ausgehen, weil es weder nur physiologisch bedingte noch, im Gegensatz dazu, nur psychologisch bestimmte Empfindungen gebe. — Aber auch wenn man die Annahme eines solchen Gegensatzes für unberechtigt hält, jene Diskrepanz besteht; s i e w i r d v o n d e m S u b j e k t s e l b s t e r l e b t. In dem Vergleich zwischen einem belichteten und einem beschatteten Weiß hat ja die Vp., indem sie sich auf den Funktionswechsel bezieht, d e n E i n d r u c k d e r G l e i c h h e i t t r o t z d e r V e r s c h i e d e n h e i t d e r R e i z e (s. o. S. 37 Zusammenfassung). Das Subjekt erlebt also die Diskrepanz zwischen Reiz und Eindruck, indem es sich auf die Verschiedenheit der Reaktionsweisen des Organs richtet. Anstelle der Katzschen Erklärung gibt Gelb nur die Versuchsbedingungen an, die nötig seien, damit die Sonderung in Beleuchtung und Beleuchtetes vorgenommen werden könne; nicht aber die besonderen physiologischen Prozesse, ohne deren Kenntnis man jedoch das psychische Verhalten der Vp. nicht eindeutig charakterisieren kann.

7) Helmholtz, Physiol. Optik: „Nun ist bei normaler Beleuchtung . . . das Weiß des Sonnenlichts die Mittelfarbe, von der aus wir die Abweichungen der übrigen Farben . . . beurteilen. Ist aber eine andere Farbe A herrschend, so daß das Mittel aller gleichzeitig angeschauten Farben sich der Farbe A nähert, so sind wir geneigt, dieses Mittel als Ausgangspunkt unserer zeitweiligen Farbenbestimmungen zu benutzen, und es mit Weiß zu identifizieren." (3. Aufl. S. 234; 1. Aufl. S. 397 f.)

8) s. S. 1, Anm. 1.

und der des Schwarz? Die Antwort lautet sehr ähnlich der, die sich aus der hier geführten Untersuchung ergab: Der Unterschied beruht auf einer verschiedenen Art, sich auf das Sehen zu beziehen; er wird für Helmholtz dadurch verständlich, daß wir die Farbenabweichungen von einem verschiedenen „Mittel" aus „beurteilen". Nicht der Helmholtzsche Gedanke, sondern die Interpretation, die ihm von Hering zuteil wird, bewegt sich in einem Zirkel.[9]

Freilich ist das Psychische, die Subjektivität des Eindrucks, bei Helmholtz noch nicht streng genug vom Objektiven geschieden, wie die Unbestimmtheit seiner Ausdrucksweise verrät: „... die Mittelfarbe, von der aus wir die Abweichungen der übrigen Farben beurteilen ...". In dieser Formulierung ist noch nichts Bestimmtes über die Beziehungen gesagt, die das Subjekt im Sehakt zu den Reizen herstellt, derart wie sie oben entwickelt wurden; und Hering hat recht, auf diese Lücke mit Nachdruck hinzuweisen. Aber für Helmholtz, dem ja das Verdienst einer ersten exakten Behandlung der Gesichtsempfindungen zufällt, kam es nicht so sehr auf die Analyse der Empfindungserlebnisse als darauf an, die organischen Verhältnisse der Netzhaut zu bestimmen. So folgt aus seiner Darstellung eigentlich nur, daß die Farbenbeständigkeit im Wechsel der Beleuchtung nicht durch den Hinweis auf ein spezielles Organ — etwa „zentrale Faktoren" im Sinne Katz' oder G. E. Müllers[10] — zu erklären sei, sondern ein bestimmtes subjektives Verhalten, das Anlegen eines verschiedenen Maßstabes an die Empfindungen, darstelle. Hering, in dessen Theorie die Subjektivität der Empfindung ein Problem von viel größerer Bedeutung ist als bei Helmholtz,[11] hat auch an dieser Stelle die beihäufigen Aeußerungen Helmholtz' zum Ansatzpunkt für eine scharfe Kritik gewählt. Aber das Ergebnis auch seiner Untersuchung besagt, daß man für die Erklärung der Farbenbeständigkeit keiner besonderen Einrichtung des Organs bedarf, daß vielmehr der Hinweis auf bekannte Vorgänge — Pupillenspiel, Lokaladaptation, Wechselwirkung der somatischen Sehfeldstellen — genügt, um die Farbenbeständigkeit der Außendinge zu deuten.

9) s. auch J. v. Kries, Allgemeine Sinnesphysiologie, 1923.
10) G. E. Müller, a.a.O., (Ztschr. f. Psychol. I, 93), S. 15 (1923).
11) s. a. Nagels Hdb. III (S. 240); v. Kries würdigt die Stellung Helmholtz' zu psychologischen Problemen auch in diesem Sinne.

Dieser Annahme hat nun Katz widersprochen, und seitdem ist, soweit ich sehe,[12] das Recht dieses Einspruchs von keiner Seite bezweifelt worden. Alle Einwände gegen den Heringschen Standpunkt jedoch setzen voraus, daß das Auge auf ein durch Beschattung, Episkotister oder Entfernung von der Lichtquelle verdunkeltes Weiß in derselben Weise reagiere, wie auf ein Schwarz von gleicher objektiver Intensität;[13] daß mit anderen Worten die objektive Lichtstärke eines Farbfeldes gleichbedeutend sei mit seiner retinalen Wirksamkeit.

Daß man diese Voraussetzung im allgemeinen nicht machen darf, hat schon Hering immer wieder hervorgehoben und v. Kries,[14] alle Argumente zusammenfassend, unwiderleglich bewiesen. Und daß diese Voraussetzung auch im besonderen Falle der Helligkeitskonstanz nicht gemacht werden darf, das ergibt sich aus der Notwendigkeit, die erwähnten drei Arten der Verdunklung im Gegensatz zur Schwarzbeimischung als eine erste Phase der Dämmerung aufzufassen. Die oben gewonnenen Ergebnisse geben also nicht eine Antwort auf die Frage, woran man die eigentliche Helligkeit der Dinge erkennt; sondern sie definieren den Begriff der Helligkeit, indem sie die Helligkeitsunterscheidung zwischen Schwarz und Weiß gegen die Helligkeitsunterscheidung zwischen Dämmerungsweiß und Weiß bei Licht abgrenzen. Sie nehmen damit einerseits die Helmholtzsche Auffassung in etwas modifizierter Form wieder auf; sie geben Aufschluß über die Art, wie sich die Vp. in verschiedener Weise auf ihre Empfindung bezieht. Andererseits aber finden auch die von Hering genannten physiologischen Einrichtungen des Auges Berücksichtigung, freilich in der Weise, daß gezeigt wird, w i e sich die Vp. auf die besonderen Funktionen[15] des Auges rich-

12) s. a Katz, Sammelreferat (a.a.O.) und 2. Sammelref., Psych. Forsch. 12, (1929) S. 260 ff., desgl. Gelb, (a.a.O. S. 671). Siehe ferner auch die Gelbsche Darstellung der Geschichte des Problems der Farbenbeständigkeit. (Ebda. S. 602 ff. u. 656 ff.)

13) z. B. Bühler, Erscheinungsweisen (S. 101).

14) In Nagels Hdb. III. S. 134 ff. u. S. 176 ff.

15) Da es sich in allen Fällen um physiologische Vorgänge handelt, die auch bei der Untersuchung anderer Phänomene von Wichtigkeit sind, so ist im Verlaufe dieser Arbeit immer nur der betreffende Bezirk von Erscheinungen (z. B. Kontrast, Dämmerungssehen) genannt worden, um die in Frage kommenden physiologischen Prozesse zu kennzeichnen. Die besondere Natur dieser Prozesse ist ein spezielles physiologisches Problem. Zu den physiologischen Erscheinungen, welche das Dämmerungssehen betreffen, s. Nagels Hdb. III (S. 168 ff.), Helmholtz, Physiol. Opt., 3. Aufl. II (S. 264–333), Zusatz v. Nagel, A. Tschernak im Hdb. f. norm. usw. XII, 1. (S. 44) und J. v. Kries (ebda. S. 678). Was die physiologische Deutung der Kontrasterscheinungen betrifft (s. A. Tschernak, a.a.O., S. 478), so hat schon v. Kries bemerkt, daß eine gewisse Vorsicht geboten sei (Nagels Hdb. S. 245). An anderer

tet, wenn sie im Sehakt die als Reize gegebenen Außendinge erfaßt.

Dem Gedanken, daß beim Erkennen des Weiß unter verschiedenen Beleuchtungsstärken das Subjekt auch auf sich selbst gerichtet sei, trägt schon Katz[16] Rechnung, indem er die Gesamteindringlichkeit des Gesichtsfeldes als Maßstab für die Beurteilung der Helligkeit bezeichnet. Freilich gibt Katz nicht an, auf welche besonderen Funktionen des Organs die Vp. sich im Sehen bezieht. Da obendrein in der Psychologie die Eindringlichkeit eines Gegenstandes nicht nur durch die Verhältnisse im Sinnesorgan bestimmt wird, sondern auch durch Faktoren wie z. B. Aufmerksamkeit, so empfiehlt es sich nicht, in diesem Zusammenhang an dem Terminus der Eindringlichkeit festzuhalten.[17]

Dagegen bietet die oben gefundene Definition der Helligkeit einmal als Charakteristikum des Gesehenen und im anderen Falle als Charakteristikum auch des Sehens die Möglichkeit, den ganzen Bereich von Tatsachen, der die Farbenbeständigkeit umfaßt, wissenschaftlich anzugehen.

Der erste Fall ist der, daß der Vp. ein beschattetes Weiß und ein belichtetes Schwarz gleichzeitig oder unmittelbar nacheinander gegeben werden. Die Aussage, „das beschattete Weiß ist heller als das belichtete Schwarz", wird nur zögernd, mit Vorbehalten abgegeben, die Vp. sucht nach einem anderen Ausdruck, ja sie zweifelt oft, ob zwischen den beiden Eindrücken ein Helligkeitsvergleich möglich sei.[18] Dieser Zweifel, das Zaudern ist ein Ausdruck für die komplizierte

Stelle (ebda. S. 277) äußert er mit Bezug besonders auf die Gedankengänge G. E. Müllers, Zweifel: „. . . ob eine Entwicklung so detaillierter Vorstellungen ohne irgendwelche objektive Anhaltspunkte empfehlenswert ist." Seitdem (1905) sind manche Analoga (Modelle) der Netzhaut und ihrer chemischen Empfangsstoffe diskutiert worden, s. z. B. F. Schanz, Eine neue Theorie des Sehens (ZfPsy II, 54 1923); F. Weigert in dem Hdb. f. norm. usw. XII, 1 S. 536 ff., s. dort auch die übrige Literatur; ders. „Die Naturwissenschaften.', 17. Jahrg. 1929, Heft 43. Aber in keinem Falle gibt ein solches Analogon über die wahren Verhältnisse auf der Netzhaut selbst genügenden Aufschluß, und das v. Kiessche Bedenken gilt — wenigstens bezüglich der Kontrasterscheinungen — noch immer. Dagegen sind die von der Netzhaut ausgehenden Aktionsströme in eingehender Weise studiert worden. Insbesondere haben es Untersuchungen von F. W. Fröhlich an Kephalopodenaugen sehr wahrscheinlich gemacht, daß man eine Wechselwirkung der somatischen Sehfeldstellen im Sinne Herings nicht annehmen darf; sondern daß es sich beim Kontrast um eine Phasenverschiebung der von der belichteten Netzhautstelle und ihrer Umgebung ausgehenden rhythmischen Erregungen handelt. (Ztschr. f. Psychol. II, 48/1914, S. 369—383; 52/1921, S. 80 ff. — F. W. Fröhlich, Grundzüge einer Lehre vom Licht- und Farbensinn, Jena 1921, S. 53 ff., S. 64.)

16) Katz, Erscheinungsweisen, S. 380 ff.

17) s. a. schon Stumpf, Die Attribute der Gesichtsempfindungen, S. 87 (Abhandl. d. Berl. Akademie der Wiss. Phil. Hist. Kl. 1917); Bühler a.a.O. S. 156.

18) Katz sagt (Erscheinungsweisen S. 165), daß ein Vergleich hinsichtlich der Qualität zwischen beschattetem Weiß und belichtetem Schwarz möglich sei. Die Frage bleibt jedoch, ob ein Helligkeitsvergleich — in einem oder dem anderen Sinne

Beziehung, die die Vp. zwischen den beiden Vergleichsreizen herstellt, wenn sie das beschattete Weiß „heller" nennt. Dieses „heller" ist ein Fall der Unterscheidung zwischen Schwarz und Weiß, wie er oben gekennzeichnet wurde, nur in der Abwandlung, daß Weiß nicht ebenso gegeben ist wie Schwarz, sondern verfinstert. Wie Vp. beim Erkennen des Weiß in der Dämmerung mit Bezug auf belichtetes Weiß von dem gleichen Gegenstand auf Grund der Verschiedenartigkeit des Sehens spricht, so kennzeichnet sie hier, da verfinstertes Weiß und belichtetes Schwarz gegeben sind, den Unterschied zweier Reize trotz der Verschiedenartigkeit des Sehens.

Ob der Beobachter also ein belichtetes Weiß oder ein belichtetes Schwarz von einem Weiß in der Dämmerung unterscheidet, in beiden Fällen ist er auf den eingeleiteten Funktionswechsel im Organ gerichtet; nur daß er, wenn belichtetes Weiß gegeben ist, mit der Helligkeitsunterscheidung diesen Funktionswechsel charakterisiert, während er im anderen Falle, in dem belichtetes Schwarz gegeben ist, von dem Funktionswechsel absieht. Die Vp. beurteilt das Weiß unabhängig von seiner Verdunklung. Wie ist das möglich? Die Verdunklung betrifft keine unmittelbare Eigenschaft der Gegenstände, sondern zugleich eine Eigentümlichkeit des Organs. Die Vp. kennzeichnet ihre Beziehungen auf den Gegenstand als nur mittelbar (die Termini „mittelbar" und „unmittelbar" sind in dem oben S. 36 definierten Sinne zu verstehen); d. h. sie sieht von der Verdunklung des Weiß ab und von der durch diese Verdunklung charakterisierten Verschiedenartigkeit des Sehens. Eben darum spricht man ja von den Außendingen als von Gegenständen, von Objekten, weil diese Betrachtungsweise möglich ist: nämlich den Gegenstand, obwohl er stets als Reiz auf das Organ wirkt, unabhängig von der augenblicklichen Wirksamkeit eben als Gegenstand zu betrachten.

Diese komplizierte Beziehung ist in der Sache begründet und kommt auch in den Aussagen selbst durch das Zögern der Vp., das Bedenken gegen einen Helligkeitsvergleich überhaupt, zum Ausdruck.[19]

— möglich sein muß, m. a. W. ob das beschattete Weiß als eine neue Farbqualität aufgefaßt werden darf.

19) Auf diese Komplexion weist auch Katz hin, wenn er von einem Weiß in verschiedenen Stufen der Ausgeprägtheit spricht (Ersch. S. 85 u. ö.). — Jaensch, der stets von subjektiver Aufhellung spricht, wird dieser Komplexion nicht gerecht.

Diese Beziehung wird noch von Fall zu Fall modifiziert je nach dem Grade der Verdunklung und je nach den Faktoren, die den Eintritt völligen Dämmerungssehens verhindern — aber ihre typische Gliederung bleibt bestehen.

Im Falle der Lichtperspektive ist das Erlebnis der Verdunklung des Weiß zugleich ein Lokalisationserlebnis.[20] Auf Gegenstände in der Nähe der Lichtquelle richtet sich Vp. als auf Stellen des Gesichtsfeldes, die die völlige Dunkeladaptation verhindern. Sie charakterisiert also das Sehen des Hintergrundes als eingeleitetes Dämmerungssehen mit Bezug auf die Umgebung dieses Hintergrundes im Gesichtsfeld. Ist diese Umgebung sehr groß, befindet sich z. B. eine große Fläche in der Nähe der Lichtquelle zwischen dem Hintergrund und der Vp., so bezieht sich der Beobachter auf diese Fläche ausdrücklich als auf ein Moment, das den Funktionswechsel, das Sehen des Hintergrundes verhindert. Es werden Aussagen abgegeben, wie: „Die helle Fläche blendet", „ich kann die Farbe des Hintergrundes nicht erkennen".[21] Den Grenzfall einer solchen Anordnung stellt der Reduktionsschirm dar: das Loch ist der nicht mehr erkennbare Hintergrund, die belichtete Fläche des Schirms ist die das Erkennen des Hintergrundes störende Umgebung.

Eine ähnliche Rolle spielt die helle Umgebung einer beschatteten Fläche.[22] Auch sie wird als ein Hindernis des Dämmerungssehens aufgefaßt.[23]

20) Eine nähere Analyse dieser Beziehung zwischen Licht und Entfernung gehört in eine Untersuchung über Raum und Farbe.

21) In dieser Aussage ist auch eine Beziehung auf die Sehschärfe und den Akkomodationsmechanismus ausgedrückt.

22) Die Verminderung der Sehschärfe für die beschattete Fläche ist nur ein Ausdruck des beginnenden Funktionswechsels, nicht der Ausdruck einer Bezugnahme auf den Akkomodationsmechanismus, wie es beim Reduktionsschirm der Fall ist. Diese Abnahme der Sehschärfe ist mit einer bestimmten Art von Verdunkelung notwendigerweise verknüpft. Die Verdunkelung „bewirkt allmähliche Reduktion der Oberflächenfarbe zur Flächenfarbe". Die Beziehung Hell-Dunkel zählt aber Katz zur Farbmaterie (Ersch. S. 32), Flächen- und Oberflächenfarbe zur Erscheinungsweise. Darum kann es nicht ohne Einschränkung gelten, „daß eine Konfundierung von Tatsachen, die sich auf die Farbmaterie eines Farbeindrucks einerseits, die Erscheinungsweise andererseits beziehen, dem Erkenntnisfortschritt nur Nachteile bringen kann." (Psych. Forschung. 11, S. 141).

23) In Gelbs paradoxem Versuch (a.a.O. S. 652) betrachtet die Vp. aus einem nur schwach erhellten Raum durch zwei Löcher ein beschattetes Weiß und ein belichtetes Schwarz. Die beiden Löcher erscheinen gleich und weißlichgrau. Auf diese Fortfall des Schirmes bezieht sich die Vp. darauf auch als auf eine Erscheinung des sie gegenüber der Dämmerung des übrigen Gesichtsfeldes als weißlichgrau. Beim Fortfall des Schirmes bezieht die Vp. darauf auch als auf eine Erscheinung des Tagessehens, bezeichnet sie jedoch im Vergleich mit helleren gleichzeitig gegebenen Gegenständen, die ebenfalls als Erscheinungen des Tagessehens aufgefaßt werden, als schwarz. Im Uebrigen zur Deutung der zweiten Phase dieses Versuchs s. o. „Beschattung".

In den Versuchen mit dem Episkotister schließlich sind zwei Fälle möglich: Entweder der Episkotister verdunkelt das ganze Gesichtsfeld, oder die Vp. sieht ihn unter kleinerem Gesichtswinkel und neben ihm noch andere Gegenstände. Der erste Fall ist genau so zu behandeln wie der oben (S. 36 ff.) analysierte Versuch über Helligkeitsvergleich zwischen Dämmerungsweiß und Weiß im Licht. Der zweite entspricht dem eben erwähnten Beschattungsversuch.[24]

Gegenüber allen diesen Fällen von sogenannter Helligkeitskonstanz bildet die Farbenbeständigkeit bei bunter Beleuchtung eine ganz andere Gruppe von Erscheinungen. Einmal ist die Tönung der Lichtquelle nicht als ein erstes Stadium der Dämmerung, das Sehen in bunter Beleuchtung nicht als eingeleiteter Funktionswechsel aufzufassen. Die erhöhte Inanspruchnahme des farbtüchtigen Organs weist ja gerade auf eine Tätigkeit des Zapfenapparates hin. Außerdem nimmt Schwarz und Weiß in Versuchen bei bunter Beleuchtung nicht die Sonderstellung ein wie bei der Helligkeitskonstanz. Selbst bei tiefster Dämmerung ist ein weißes Farbfeld noch als solches erkennbar, wenn alle anderen Farben schon ihren Ton verloren haben. Ist hingegen eine Lichtquelle aus einem nicht zu großen Bereich von Wellenlängen zusammengesetzt, so verändern alle Farben ihren Ton, Weiß ebenso wie Rot, Grün oder Blau.[25] Endlich ist auch die Umgebung, in der die Farbe gesehen wird, für die Erscheinungen bei bunter Beleuchtung von völlig anderer Bedeutung als etwa bei den Beschattungsversuchen. Sieht die Vp. ein bunt beleuchtetes Papier in weißer Umgebung, so kann sie die eigentliche Farbe des Papiers nicht erkennen, es sieht nicht grau aus. Ein beschattetes Weiß jedoch in heller Umgebung wird als beschattetes Weiß, d. h. in seiner eigentlichen Farbe und nicht als Schwarz erkannt. Darum ist es nicht möglich, die Beziehungen, die die Vp. beim Erkennen der Farbe in bunter Beleuchtung zwischen den Außendingen herstellt, ebenfalls als eine Modifikation des oben analysierten Beziehungskomplexes aufzufassen.

Um diese Verschiedenheit der Beziehungen zu demon-

24) Das „Schattenhäutchen" und beim Episkotisterversuch der dunkle Schimmer vor dem Weiß des Hintergrundes („Tiefensonderung", Bühler) ist ein kompliziertes Gestalts- bezw. Lokalisationserlebnis. (Bühler hat dafür den treffenden Ausdruck „Kohärenz"). Keinesfalls darf man in der Analyse der Erscheinungen den Schimmer oder das Häutchen als Merkmal für das Erkennen der eigentlichen Farbe auffassen. (s. o. S. 37 f.)

25) s. Helmholtz a.a.O. S. 233 (396/7).

strieren, wurde ein Schattenversuch angestellt,[26] bei dem die Umgebung scheinbar eine ähnliche Funktion hat wie bei dem Eindruck bunt beleuchteter Farben. Ein quadratisches weißes Papier (F 1) wird von einem Schirm so beschattet, daß sich die Ränder des Schattens mit den Rändern des Farbkartons decken. Die Umgebung des beschatteten Papiers ist weiß und belichtet. Unter diesen Umständen kann man von den Vpp. häufig die Aussage erhalten: „F 1 ist schwarz", — und wenn man ein schwarzes unbeschattetes Papier (F 2) gleichzeitig zum Vergleich gibt, gibt die Vp. den Bescheid: „F 2 eben so hell wie F 1".[27]

Was besagt diese Äußerung? Bedeutet sie, daß hier die helle Umgebung den gleichen induzierenden Eindruck auf das beschattete weiße Farbfeld ausübt wie in den früheren Versuchen die weiße Umgebung auf das bunt beleuchtete Täfelchen F, sodaß infolge dieses Einflusses die eigentliche Farbe des Papiers nicht erkennbar ist? Nein. — Beim Anblick des beschatteten Weiß verhindert die helle Umgebung zwar den völligen Funktionswechsel (wie wir oben gesehen haben); dennoch wurde in den früheren Versuchen ein beschattetes Weiß trotz heller Umgebung in seiner Farbe erkannt. Die helle Umgebung als solche verändert also den Eindruck des beschatteten Weiß nicht in dem Sinne wie die weiße Umgebung des bunt beleuchteten Farbfeldes, sie verhindert nicht durch Kontrastwirkung das Erkennen der eigentlichen Farbe. Man kann dies noch anders ausdrücken: Der Unterschied zwischen Schwarz und belichtetem Weiß ist von anderer Art als der, welcher in den früheren Versuchen etwa zwischen Grün und Grau (mit grünlichem Schimmer) wahrgenommen wird.

---

26) Diese Anordnung entspricht dem bekannten Heringschen Versuch mit dem Papierschnitzel. Einen ähnlichen Versuch macht Jaensch (ZfPsych. I, 83, S. 282 ff.), um zu zeigen, daß eine helle Umgebung keinen genügenden Kontrasteinfluß auf die beschattete Scheibe ausübt. Nur liegt auch seine „helle" Umgebung im Schatten, ist also jedenfalls erheblich „dunkler" als bei unserem Versuch und in keinem Falle viel „heller" als die belichtete Umgebung der schwarzen belichteten Scheibe (dabei setzt „heller" und „dunkler" hier immer voraus, daß die betreffenden Farbfelder in der Betrachtung durch einen Reduktionsschirm verglichen werden). Darum hat sein Versuch auch andere Ergebnisse. S. jetzt auch Gelb (a.a.O. S. 675 f.). Dort decken sich die Ränder eines Lichtkegels mit den Konturen einer rotierenden schwarzen Scheibe.

27) Diese Aussage ist also möglich, obgleich die Vp. einen Ueberblick über die Beleuchtungsverhältnisse hat. Durch Versuche kann man sich überzeugen, daß unter den angegebenen Versuchsbedingungen auch Gleichungen zwischen Papieren anerkannt werden, die auch bei Betrachtung durch den Reduktionsschirm gleich aussehen.

Grün und Grau, Rot und Grau etc. sind mit einem Hinweis auf die Kontrastwirkung der Umgebung zu erklärende Unterschiede im Farbton. In dem letzten Versuch aber ist der Unterschied zwischen beschattetem Weiß und Schwarz eine Verwechslung. Daß das beschattete Grau nicht in seiner Farbe erkannt, sondern für — belichtetes — Schwarz gehalten wird, ist eine Täuschung. Wie ist diese Täuschung zu erklären? Das Erkennen des Weiß in der Dämmerung definierte sich als eine Empfindung, in welcher die Vp. die Verdunklung als eine Art der Dämmerung (als Schatten) auffaßt, d. h. ihren Eindruck selbst als eine erste Phase des Dämmerungssehens charakterisiert. In dem Versuch nun, in dem sich die Konturen des Schattens mit den Konturen des beschatteten Gegenstandes decken, betrachtet die Vp. das weiße Papier so, als wäre es beleuchtet, sie faßt seine Verdunklung nicht als Dämmerung auf, sie bezieht sich nicht auf den Funktionswechsel im Auge, obgleich er in Wirklichkeit eingeleitet ist. Die Beziehung, die die Bedingung für das Erkennen der Farbe bei verminderter Beleuchtung darstellt, wird nicht vollzogen: die Vp. täuscht sich.

Daß wirklich ein Täuschungserlebnis vorliegt, beweist die Tatsache, daß die Vp. bei näherem Hinsehen das Farbfeld als beschattetes Weiß erkennen kann, daß die Bezugnahme auf den eingeleiteten Funktionswechesl auf der Netzhaut möglich ist. Im Gegensatz dazu kann bei den früheren Versuchen mit bunter Beleuchtung das bunt beleuchtete graue Täfelchen in weißer Umgebung in keinem Fall als bunt beleuchtetes Grau erkannt werden. Auch die Umgebung hat demnach bei der Helligkeitskonstanz eine andere Funktion als bei der Farbenkonstanz in bunter Beleuchtung. Die Helligkeitskonstanz stellt also einen Komplex von Erscheinungen ganz anderer Art dar als die Farbenbeständigkeit bei bunter Beleuchtung, und man hat kein Recht, die Erscheinungen der sogenannten Farbentransformation als völlig analog den Erscheinungen der Helligkeitstransformation zu bezeichnen.[28] Dennoch stehen beide Tatsachengruppen in engem Zusammenhang miteinander. Dieser Zusammenhang wird deutlich, wenn man den Begriff der eigentlichen Farbe definiert.[29]

28) Dies tut Jaensch, a.a.O., ZfPsych. II/52, S. 167/1921.
29) Gelb kritisiert den Begriff der eigentlichen Farbe, wie er bei Katz ge-

Die eigentliche Farbe der Außendinge spielt in drei Fällen eine Rolle: bei der Veränderung des Farbtons durch Kontrast, durch bunte Beleuchtung und durch Verminderung der Beleuchtungsstärke.

Nun wurde oben die Veränderung des bunt beleuchteten Farbtäfelchens je nach der Farbe der Umgebung als eine besonders ausgeprägte Kontrasterscheinung bezeichnet. Diese Gleichstellung besagte aber nur, daß für die Erscheinungen bei bunter Beleuchtung dieselben physiologischen Vorgänge in Frage kommen wie für die Erklärung des Farbenkontrastes. Aber die Akte, in denen sich das Subjekt auf die Farben und ihre Veränderung richtet, sind in beiden Fällen von verschiedener Art.

Welchen Sinn hat nun der Begriff der eigentlichen Farbe im Kontrasterlebnis? Ein graues Farbfeld erscheint in roter Umgebung grün, in grüner Umgebung rot. Seine eigentliche Farbe ist weder rot noch grün, sondern grau. Was heißt hier „eigentlich"? Was bedeutet es, wenn die Vp. sagt: Das Papier sieht rot, grün aus, ist aber eigentlich grau? — Das Papier erscheint rot oder grün — damit sagt der Beobachter nicht nur etwas über das Papier, sondern auch über sein Sehen und die Beziehung zwischen den verschiedenen Sehfeldstellen im Organ aus. Er bezieht sich nur mittelbar auf den Gegenstand. In der Aussage: Das Papier ist grau — bezieht sich die Vp. unmittelbar auf den Gegenstand, d. h. sie charakterisiert die Farbe des Außendinges; damit natürlich auch dessen Wirksamkeit auf das Organ. Sie weiß m. a. W., daß sie sieht, aber sie kennzeichnet nicht eine besondere Art des Sehens. Wenn sie nun das Grau als die eigentliche, Rot und Grün nur als scheinbare Farben angibt, so bezeichnet sie in dem Akt der Unterscheidung zwischen „eigentlich" und „scheinbar" die Art und Weise, wie sie sich auf den Gegenstand bezieht. Beim Kontrast bestimmt die Vp. im Erlebnis der eigentlichen Farbe das Verhältnis zwischen dem gesehenen Gegenstand und dem Sehen.

Die im Kontrasterlebnis vollzogene Beziehung modifiziert sich noch etwas, wenn die kontrastleidende Farbe bunt ist, wenn z. B. ein grünliches Grau (s. o. S. 5) in grüner Um-

braucht wird. Danach ist der Begriff der eigentlichen Farbe nur in deskriptiver Hinsicht wertvoll. Folgt man der Gelbschen Ansicht, so muß es ungeklärt bleiben, was die Vp. meint, wenn sie selbst eine Farbe als eigentliche bezeichnet.

gebung grau, in weißer Umgebung gesättigt grün erscheint. Dann faßt sie die eigentliche Farbe gleichzeitig als ein Gemisch auf, dessen Komponenten (Grün, Grau) je nach der Umgebung sichtbar werden.[30]

Bei den Versuchen mit bunter Beleuchtung scheinen die gleichen Verhältnisse vorzuliegen. Ein grün beleuchtetes (graues) Farbtäfelchen erscheint in weißer Umgebung grün, in grüner grau.[31] Die eigentliche Farbe der Papiere kann als ein graugrünes Gemisch (grau mit grünlichem Schimmer) aufgefaßt werden. Aber die Vp. kann auch noch vom grünlichen Schimmer absehen und Grau als die eigentliche Farbe des Täfelchens bezeichnen. Sie tut es z. B. in der Aussage: Jetzt sieht das Täfelchen seiner eigentlichen Farbe sehr ähnlich. — In diesem Falle bestimmt die Vp. nicht nur das Verhältnis zwischen dem gesehenen Gegenstand und dem Sehen, sondern das Verhältnis zwischen dem gesehenen Gegenstand und anderen Gegenständen — der Versuchsanordnung. Sie sieht das bloße Grau nicht als eigentliche Farbe, sondern sie erschließt es. Es handelt sich bei diesem Erschließen nicht um einen Sinneseindruck, sondern um eine Betrachtung des Gegenstandes unabhängig von dem augenblicklichen Sinneseindruck; es liegt ein kompliziertes Erfahrungurteil vor. Im entsprechenden Fall beim Kontrasterlebnis müßte sich die Vp. über die objektive Zusammensetzung des Gemisches Rechenschaft geben, d. h. die Versuchsanordnung, z. B. die Sektoren auf dem Farbkreisel bestimmen. Dann läge zwar auch ein kompliziertes Erfahrungsurteil vor, aber nicht das Erlebnis der eigentlichen Farbe.

Bei den Versuchen mit bunter Beleuchtung ist das Erlebnis der eigentlichen Farbe in zweierlei Sinn möglich: die Vp. kann im Erlebnis der eigentlichen Farbe das Verhältnis zwischen dem gesehenen Gegensand und dem Sehen bestimmen; sie kann aber auch den Gegenstand unabhängig von der augenblicklichen Empfindung bestimmen.

---

30) Gleichgültig, ob die Farbe im physikalischen Sinne rein oder zusammengesetzt ist.

31) Dieser Fall ist in den oben beschriebenen Versuchen nicht verwirklicht. Die grün beleuchtete Wand (W), die als Hintergrund diente, sah nicht grün aus, sondern auch nur grau mit grünlichem Schimmer.

Ebenso verhält es sich im Falle der Helligkeitskonstanz. Die Vp. charakterisiert die Art und Weise, in der sie sich auf den gesehenen Gegenstand richtet, wenn sie die Verdunklung des Weiß als beginnendes Dämmerungssehen, d. h. das Weiß als eigentliche Farbe des beschatteten Feldes auffaßt. Außerdem kann sie aber auch die Gegenstände miteinander, unabhängig vom augenblicklichen Sehen, vergleichen. Sie tut es in der Aussage: „Beschattetes Weiß ist heller als belichtetes Schwarz." — In dieser Aussage ordnet die Vp. die gesehenen Farben in eine bestimmte Stelle der Schwarzweißreihe ein, unabhängig davon, ob sie belichtet oder beschattet sind.

Auf diese Weise grenzen sich Helligkeitskonstanz und Farbenbeständigkeit in bunter Beleuchtung vom normalen Kontrast ab. Aber auch zwischen Farbenkonstanz in wechselnder Beleuchtungsart und Helligkeitskonstanz besteht ein Unterschied. Man kann das verdunkelte Weiß nicht als ein Gemisch, den Schatten bezw. den dunklen Schimmer bei Episkotister- und lichtperspektivischen Versuchen nicht als eine Komponente des Gemisches auffassen. Denn die Vp. richtet sich ja auf den Eintritt des Dämmerungssehens, nicht auf eine besondere Funktion des farbtüchtigen Tagesapparates. Weil nun die Einleitung des Dämmerungssehens nichts anderes bedeutet als den Eintritt irgend einer Art von Dämmerung, darum fällt die Bestimmung des Verhältnisses zwischen dem Sehen und dem gesehenen Gegenstand, d. h. der Eindruck, daß die Dunkelheit des Weiß keine Schwärzung, sondern ein Schatten (bezw. die Entfernung von der Lichtquelle oder Dämmerung) ist, mit der Bestimmung der Versuchsanordnung zusammen.

Bei der Helligkeitskonstanz kennzeichnet die Vp. im Erlebnis der eigentlichen Farbe das Verhältnis zwischen dem gesehenen Gegenstand und dem Sehen, damit zugleich aber auch den Gegenstand unabhängig von der augenblicklichen Empfindung.

So ist auch der Begriff der eigentlichen Farbe durch die Beziehung des Subjekts auf den Reiz und die Reizungsvorgänge definiert, d. h. durch diejenige Beziehung, die sich im Beginn der Untersuchung als das wissenschaftliche Bestimmungsmoment der Empfindungserlebnisse erwiesen hat.

Wie verhält sich zu dieser Definition die übliche Auffassung,[32] daß die eigentliche Farbe diejenige sei, in der ein Gegenstand unter normaler (mittlerer) Tagesbeleuchtung gesehen wird? Diese Formulierung begegnet der Schwierigkeit, daß das Auge auch bei Tageslicht verschieden gestimmt und Einflüssen des sukzessiven und simultanen Kontrastes unterworfen sein kann; daß die Größe des gesehenen Gegenstandes und die Netzhautstelle, auf die sein Bild fällt, für den farbigen Eindruck des Gegenstandes nicht ohne Bedeutung sind. Anders ist es jedoch, wenn man statt des Tageslichts das normale S e h e n mit der eigentlichen Farbe in Zusammenhang bringt. Wenn Vp. zwar weiß, daß sie (normal!) sieht, aber im Eindruck keine besondere Art des Sehens kennzeichnet, und diesen Eindruck mit einer Erscheinung vergleicht, auf welche sie sich nur mittelbar, d. h. nur vermöge einer Beziehung auf eine besondere Funktion dieses Organs richtet, dann bestimmt sie in der Tat das Verhältnis zwischen dem gesehenen Gegenstand und dem Sehen. Die Beziehung auf dieses Verhältnis war aber gerade bestimmend für das Erlebnis der eigentlichen Farbe. So fügt sich die landläufige Auffassung: daß man unter der eigentlichen Farbe denjenigen Eindruck verstehe, den eine Erscheinung bei normalem Sehen macht, der oben gegebenen Definition.

Anders verhält es sich mit der Auffassung,[33] daß der Überblick über die Beleuchtungsbedingungen dem Erkennen der eigentlichen Farbe förderlich sei. In mehreren Versuchen, z. B. wenn in den Beleuchtungsversuchen das graue Täfelchen (F) vor weiß bestrahltem Hintergrund je nach der Beleuchtung gesättigt rot, grün oder blau erschien, war dies nicht der Fall. Trotz der Berücksichtigung der Beleuchtungsverhältnisse erkannte Vp. die eigentliche Farbe des gesehenen Feldes nicht. Dennoch hängt die Unterscheidung von Be-

32) s. Katz, Erscheinungsweisen (S. 90 ff.). Nach Gelb „kommt keiner Beleuchtungsart eine Sonderstellung in bezug auf das Konstanzproblem zu". (a.a.O. S. 669.) Die Sonderstellung des normalen Sehens läßt Gelb unberücksichtigt.

33) Sowohl Katz (a.a.O. S. 372 ff.), Bühler (a.a.O. S. 73 ff.) als auch Gelb (a.a.O. S. 672 ff.) geben die Scheidung in Beleuchtung und Beleuchtetes als notwendige Bedingung für die relative Farbenbeständigkeit an. Selbst wenn man diese Bedingung gelten ließe, so müßte man fragen: wie aber erklärt sich diese Unterscheidung? (s. S. 38 Text u. Anm. 6). Katz beantwortet diese Frage mit dem Hinweis auf zentrale Faktoren; Bühler durch seine Luftplanktonhypothese. Gelb widerspricht der Katzschen und der Bühlerschen These; anstelle einer Hypothese begnügt er sich damit, die Beleuchtung als anschaulich gegeben zu bezeichnen und auf die Notwendigkeit einer allgemeinen Frage nach der Struktur der gesehenen Wahrnehmungswelt und dem Verhältnis zwischen Organismus und Umwelt hinzudeuten (s. o. S. 35, Anm. 1).

leuchtung und Beleuchtetem bei den Versuchen zur Farbenbeständigkeit im weitesten Sinne — nicht aber bei Kontrastversuchen — mit dem Erkennen der eigentlichen Farbe zusammen. Die Vp. charakterisiert ja auch die Gegenstände unabhängig von der Empfindung, d. h. die Versuchsanordnung, wenn sie die eigentliche Farbe erkennt. Also der Überblick über die Beleuchtungsverhältnisse ist keine Bedingung für das Erkennen der eigentlichen Farbe, aber wenn die Vp. die eigentliche Farbe im Wechsel der Beleuchtung erkennt, überblickt sie die Beleuchtungsverhältnisse.

Zusammenfassung und Schluß.

Für eine endgültige Zusammenfassung ergeben sich folgende Sätze:

Die psychologische Analyse der Gesichtsempfindungen hat es mit den Beziehungen zu tun, die das Subjekt in den Akten des Sehens auf die gegebenen Reize und damit zugleich auf die besonderen Reaktionen des Organs herstellt.

Die Phänomene der Farbenbeständigkeit im Wechsel der Beleuchtungsart bezw. der Beleuchtungsstärke bieten der Physiologie gegenüber dem Kontrast bezw. den Erscheinungen des Dämmerungssehens kein neues Problem. Die betreffenden physiologischen Prozesse sind darum weder durch den Hinweis auf zentrale Faktoren im Sinne Katz' noch durch die Luftplanktonhypothese Bühlers zu erklären; vielmehr ist die Farbenbeständigkeit in bunter Beleuchtung physiologisch ebenso zu deuten wie der Kontrast, die Farbenbeständigkeit im Wechsel der Beleuchtungsstärke wird durch den Funktionswechsel von Tages- und Dämmerungsehen physiologisch verständlich.

Das Problem der Farbenbeständigkeit ist durch phänomenologische Beschreibung der Sehakte — Sonderung in Beleuchtung und Beleuchtetes — (Katz) noch nicht gelöst. Es

genügt auch nicht, die Versuchsbedingungen anzugeben (Gelb), unter denen diese Sonderung vollzogen werden kann.

Die psychologische Analyse des Problems der Farbenbeständigkeit hat es mit dem Erkennen der eigentlichen Farbe zu tun.

Beim Erkennen der eigentlichen Farbe im Wechsel der Beleuchtungsart bezieht sich das Subjekt auf das Verhältnis zwischen dem gesehenen Gegenstand und dem Sehen (den Beziehungen zwischen den verschiedenen Sehfeldstellen im Organ); insofern stimmt das Erlebnis der Farbenbeständigkeit mit dem Kontrasterlebnis überein. Die Vp. kann sich dabei aber auch auf das Verhältnis der gesehenen Außendinge untereinander unabhängig vom augenblicklichen Erleben richten; insofern unterscheidet sich die Farbenbeständigkeit vom Kontrast.

Beim Erkennen der eigentlichen Farbe im Wechsel der Beleuchtungsstärke bezieht sich die Vp. auf das Verhältnis zwischen dem gesehenen Gegenstand und dem Sehen (den einzelnen Phasen des Funktionswechsels zwischen Tages- und Dämmerungssehen), damit bestimmt sie zugleich das Verhältnis der gesehenen Außendinge untereinander ohne Rücksicht auf den augenblicklichen Eindruck.

Der Helligkeitsvergleich zwischen gleichzeitig gegebenen Farben des Tagessehens und des Dämmerungssehens — z. B. belichtetes Schwarz und beschattetes Weiß — wird von der Vp. selbst als ein Sonderfall aufgefaßt. Sie bezieht sich nicht unmittelbar auf die Gegenstände, d. h. sie kennzeichnet mit dem Helligkeitsunterschied nicht nur eine Eigenschaft der gesehenen Dinge, sondern zugleich eine Eigentümlichkeit des Sehens.

Die herkömmliche Frage, woran oder warum man die eigentliche Farbe der Gegen-

stände erkenne, darf nicht erhoben werden. Man müßte denn erklären wollen, warum das Subjekt Gegenstände sieht. Damit aber wäre die Gegenständlichkeit oder, was dasselbe ist, die Möglichkeit des Erlebens überhaupt und insbesondere des Sehens in Frage gestellt. Die Gegenständlichkeit des Erlebens ist die oberste Voraussetzung für jede wissenschaftliche Psychologie. Nach höheren Bedingungen kann man nicht forschen, ohne der Forschung selbst jede Grundlage zu entziehen.

Lebenslauf.

Ich, Franz Fink, bin am 1. Mai 1906 als Sohn des Kaufmanns Moritz Fink in Breslau geboren. Ich bin jüdisch und preußischer Staatsangehöriger. Ich besuchte das Johannes-Gymnasium zu Breslau und erhielt 1924 das Zeugnis der Reife. Von Mai 1924 bis August 1929 studierte ich Philosophie, Geschichte und Germanistik in Breslau und München. Meine akademischen Lehrer waren die Herren Dozenten: Dr. Löwi, Prof. Dr. Hönigswald, Geh. Rat Prof. Dr. Kühnemann, Prof. Dr. Reincke-Bloch †, Prof. Dr. Koebner, Geh. Rat Prof. Dr. Kornemann, Geh. Rat Prof. Dr. Siebs. Ihnen allen spreche ich meinen besten Dank aus.